



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DESARROLLO DE LA RED GPON DE LA EMPRESA SIGNAL-INTERNET  
PARA LA CIUDAD DE GUARANDA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de ingeniero electrónico

AUTORES: Alejandro Javier Santamaría Guayasamín, Cristian Hernán Sánchez  
Arias

TUTOR: Jhonny Javier Barrera Jaramillo

Quito-Ecuador

2021

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, Alejandro Javier Santamaría Guayasamín con documento de identificación No. 1727275875 y Cristian Hernán Sánchez Arias con documento de identificación No. 1751250638; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 13 de diciembre del año 2021

Atentamente,



---

Alejandro Javier Santamaría Guayasamín  
1727275875



---

Cristian Hernán Sánchez Arias  
1751250638

**Certificado de cesión de derechos de autor del trabajo de titulación a la  
Universidad Politécnica Salesiana**

Nosotros, Alejandro Javier Santamaría Guayasamín con documento de identificación No. 1727275875 y Cristian Hernán Sánchez Arias con documento de identificación No. 1751250638, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto técnico : "Desarrollo de la red GPON de la empresa Signal-Internet para la ciudad de Guaranda", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: ingeniero electrónico en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

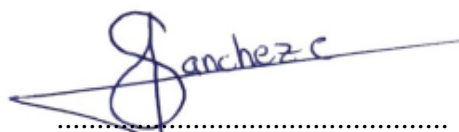
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 13 de diciembre del año 2021

Atentamente,



.....  
Alejandro Javier Santamaría Guayasamín  
1727275875



.....  
Cristian Hernán Sánchez Arias  
1751250638

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Jhonny Javier Barrera con documento de identificación N° 1400378475, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DESARROLLO DE LA RED GPON DE LA EMPRESA SIGNAL-INTERNET PARA LA CIUDAD DE GUARANDA, realizado por Alejandro Javier Santamaría Guayasamín con documento de identificación N° 1727275875 y por Cristian Hernán Sánchez Arias con documento de identificación N° 1751250638, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 13 de diciembre del año 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. Barrera', is written over a horizontal line.

Ing. Jhonny Javier Barrera Jaramillo, Mgtr

1400378475

## CARTA DE AUSPICIO



RESOLUCIÓN ARCOTEL 2018-0019

### Carta de Auspicio

Guaranda, 11 de marzo 2021.

Ing.

Gustavo Caiza

DIRECTOR CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
Presente.-

De nuestra consideración:

Por la presente, LUCIA DEL SOCORRO URBANO URBANO , en mi calidad de Gerente Propietaria de la empresa **SIGNAL INTERNET**, con número de RUC 0201657897001, nos comprometemos a otorgar el auspicio para que los Sres: **Cristian Hernán Sánchez Arias con C.C. 1751250638 y Alejandro Javier Santamaría Guayasamin con C.C. 1727275875**, en su calidad de estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electrónica, puedan realizar el Proyecto de Titulación con el tema **"Desarrollo de red GPON de la empresa SIGNAL- INTERNET para la ciudad de Guaranda, provincia de Bolívar"**

Seguro de contar de su amable atención me suscribo de Ud.,

Atentamente,



RESOLUCIÓN ARCOTEL 2018-0019  
RUC: 0201657897001  
GUARANDA - ECUADOR

  
LUCIA DEL SOCORRO URBANO URBANO  
Gerente Propietaria  
Empresa SIGNAL INTERNET  
E-mail: [marketing@signal.ec](mailto:marketing@signal.ec)  
Contacto: 0990303604

---

**Dirección:** Convención de 1884 y Olmedo, Torres Primavera, Segundo Piso Oficina N° 5  
**Telfs:** 033 033680/ 0997852792 / 0990303604  
**Email:** [marketing@signal.ec](mailto:marketing@signal.ec)  
**Web:** [www.signal-internet-ec.com](http://www.signal-internet-ec.com)

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mis padres por su esfuerzo y apoyo constante a través de la carrera, de igual manera a mis abuelos, hermana, cuñado, y a mi novia gracias por todos sus consejos y por darme las fuerzas necesarias para continuar adelante a pesar de todos los obstáculos encontrados en el camino.

A mis amigos y profesores, gracias por todo su apoyo y paciencia, ustedes han sido parte esencial en mi crecimiento tanto personal como profesional.

**Alejandro Santamaría**

Dedico mi tesis principalmente a mis padres que durante toda mi carrera universitaria me supieron apoyar en cada paso que daba, de la misma forma a mis hermanas, a mis primos, a mi abuelita y a mis sobrinos, gracias por siempre preocuparse por mí y por darme siempre su apoyo y sobre todo no dejar de creer en mí.

A todos mis profesores y amigos, que gracias a todas sus enseñanzas y consejos me supieron encaminar por el camino correcto, tanto en lo personal como en lo profesional, para de esta forma poder lograr todas las metas que me proponga.

**Cristian Sánchez**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco al Ing. Francisco Haz y al Ing. Jahir Sánchez por todo su apoyo, paciencia y el conocimiento que nos han entregado.

A la empresa Signal-Internet y a su equipo de trabajo por permitirme la oportunidad de realizar este proyecto

A mi tutor el Ing. Jhonny Barrera por ser nuestro amigo, mentor y guía durante la carrera y en nuestro proyecto de titulación.

**Alejandro Santamaría**

De igual forma quiero extender mi agradecimiento al Ing. Francisco Haz y al Ing. Jahir Sánchez por todas sus enseñanzas y consejos que nos supieron dar a lo largo de todo este tiempo con ustedes.

A la empresa Signal-Internet y a todo su equipo de trabajo gracias por darnos la oportunidad y la confianza para la realización de este proyecto.

Al Ing. Jhonny Barrera, gracias por ser nuestro mentor y más que eso nuestro amigo que supo confiar en nosotros hasta el final de nuestra carrera, gracias por todos sus consejos y enseñanzas que nos servirán mucho en nuestra vida.

Y, por último, pero no menos importante, quiero agradecer a mis amigos y a todas las personas que a pesar de que ya no estén conmigo, supieron brindarme todo su apoyo incondicional durante toda mi carrera.

**Cristian Sánchez**

## ÍNDICE

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	i
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DETITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA .....	ii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
CARTA DE AUSPICIO .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	xv
<b>1.1 Planteamiento del problema.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Justificación .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Objetivos de la investigación .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3.1 Objetivo General .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Marco conceptual .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4.1 Fibra Óptica.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4.2 Tipos de fibra óptica .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4.3 Redes FTTH.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4.5 Tipos de redes PON.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4.6 Redes de acceso.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Antecedentes .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.1 Descripción de la empresa .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.2 Cobertura de la empresa .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Ubicación .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.1 Análisis de la red actual de provisión Signal-Internet.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 Problemas detectados .....</b>	<b>17</b>
<b>2.4 Requerimientos .....</b>	<b>17</b>



CAPÍTULO 3 .....	18
3.1 Metodología .....	18
<b>3.1.1. Fases de la metodología</b> .....	18
<b>3.2 Diseño de la red GPON</b> .....	19
<b>3.2.1 Red de dispersión.</b> .....	20
<b>3.2.2 Red de distribución</b> .....	42
<b>3.2 CÁLCULOS DE ENLACE</b> .....	44
<b>3.2.1 Presupuesto Óptico</b> .....	44
<b>3.2.2 Cálculo de Atenuación</b> .....	49
3.3 Equipamiento Seleccionado .....	49
CAPÍTULO 4 .....	51
IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE CONECTIVIDAD .....	51
4.1 Generalidades .....	51
4.2 Implementación.....	51
<b>4.2.1 Tendido del cable de fibra óptica</b> .....	51
<b>4.2.2 Armado de las cajas NAP</b> .....	52
<b>4.2.3 Colocación de reservas en la central</b> .....	53
<b>4.2.4 Armado del rack en el cuarto de telecomunicaciones.</b> .....	53
4.3 Configuración del equipamiento .....	54
<b>4.3.1 Configuración del Router Administrador MikroTik Rb 3011</b> .....	54
<b>4.3.3 Configuración de la ONU</b> .....	59
4.4 Escenarios de prueba.....	59
<b>4.4.1 Pruebas de conectividad y desempeño</b> .....	60
<b>4.4.2 Pruebas de reflectancia</b> .....	61
CONCLUSIONES .....	63
RECOMENDACIONES .....	64
BIBLIOGRAFÍA.....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Materiales de construcción necesarios .....	25
Tabla 3.2 Materiales de herrajería necesarios .....	25
Tabla 3.3 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito A.....	25
Tabla 3.4 Materiales de construcción necesarios .....	26
Tabla 3.5 Materiales de herrajería necesarios .....	27
Tabla 3.6 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito B.....	27
Tabla 3.7 Materiales de construcción necesarios .....	28
Tabla 3.8 Materiales de herrajería necesarios .....	28
Tabla 3.9 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito C.....	29
Tabla 3.10 Materiales de construcción necesarios.....	30
Tabla 3.11 Materiales de herrajería necesarios .....	30
Tabla 3.12 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito D.....	30
Tabla 3.13 Materiales de construcción necesarios .....	31
Tabla 3.14 Materiales de herrajería necesarios .....	32
Tabla 3.15 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito E.....	32
Tabla 3.16 Materiales de construcción necesarios .....	33
Tabla 3.17 Materiales de herrajería necesarios .....	34
Tabla 3.18 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito F.....	34
Tabla 3.19 Materiales de construcción necesarios.....	35
Tabla 3.20 Materiales de herrajería necesarios .....	35
Tabla 3.21 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito G.....	36
Tabla 3.22 Materiales de construcción necesarios .....	37
Tabla 3.23 Materiales de herrajería necesarios .....	37
Tabla 3.24 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito H.....	38
Tabla 3.25 Materiales de construcción necesarios .....	39
Tabla 3.26 Materiales de herrajería necesarios .....	40

Tabla 3.27 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión, distribución y de la manga de empalme del distrito I .....	40
Tabla 3.28 Materiales de construcción necesarios .....	41
Tabla 3.29 Materiales de herrajería necesarios .....	41
Tabla 3.30 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito J .....	42
Tabla 3.31 Pérdidas en splitters .....	43
Tabla 3.32 Presupuesto óptico Distrito A .....	44
Tabla 3.33 Presupuesto óptico Distrito B .....	44
Tabla 3.34 Presupuesto óptico Distrito C .....	45
Tabla 3.35 Presupuesto óptico Distrito D .....	45
Tabla 3.36 Presupuesto óptico Distrito E .....	46
Tabla 3.37 Presupuesto óptico Distrito F .....	46
Tabla 3.38 Presupuesto óptico Distrito G .....	47
Tabla 3.39 Presupuesto óptico Distrito H .....	47
Tabla 3.40 Presupuesto óptico Distrito I .....	48
Tabla 3.41 Presupuesto óptico Distrito J .....	48
Tabla 3.42 Cálculos de atenuación .....	49
Tabla 3.43 Características principales de los equipos seleccionados .....	50
Tabla 4.1 Resultados de las pruebas de reflectancia .....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Cable de fibra óptica.....	3
Figura 1.2 Envío de luz en fibra óptica.....	4
Figura 1.3 Red óptica activa.....	5
Figura 1.4 Red óptica pasiva.....	6
Figura 1.5 Ejemplo de redes de acceso .....	8
Figura 2.1 Cobertura de Signal-Internet.....	11
Figura 2.2 Ubicación geográfica de la oficina central de la empresa SIGNAL INTERNET .....	11
Figura 2.3 Ubicación geográfica de la oficina secundaria de la empresa SIGNAL INTERNET.....	12
Figura 2.4 Estructura de la red de enlace inalámbrico de Signal-Internet. ....	13
Figura 2.5 Router MikroTik.....	13
Figura 2.6 Cloud Core Router MikroTik .....	14
Figura 2.7 Switch QP-G240R .....	14
Figura 2.8 Antena Ubiquiti Power Beam AC 400 M5.....	14
Figura 2.9 Mimosa C5X.....	15
Figura 2.10 Antenas Ubiquiti.....	16
Figura 2.11 Router Tp-Link.....	16
Figura 3.1 Estructura de la Red GPON de la empresa SIGNAL INTERNET.....	19
Figura 3.2 Estructura de la Red GPON de la empresa SIGNAL INTERNET.....	20
Figura 3.3 Red troncal.....	21
Figura 3.4 Distribución de distritos de la red GPON de Signal-Internet.....	22
Figura 3.5 Caja de distribución distrito A.....	23
Figura 3.6 Diagrama unifilar de la caja de dispersión 1 del distrito B.....	24
Figura 3.7 Cobertura del distrito A .....	24
Figura 3.8 Cobertura del distrito B .....	26
Figura 3.9 Cobertura del distrito C .....	28
Figura 3.10 Cobertura del distrito D .....	29
Figura 3.11 Cobertura del distrito E.....	31
Figura 3.12 Cobertura del distrito F.....	33
Figura 3.13 Cobertura del distrito G .....	35
Figura 3.14 Cobertura del distrito H .....	37
Figura 3.15 Cobertura del distrito I.....	39
Figura 3.16 Cobertura del distrito J.....	41

Figura 3.17 Fórmula para pérdidas .....	43
Figura 3.18 ODF implementado .....	43
Figura 4.1 Tendido aéreo del cable de fibra óptica.....	51
Figura 4.2 Herraje de retención de tipo A.....	52
Figura 4.3 Armado de cajas NAP .....	52
Figura 4.4 Reserva de fibra óptica .....	53
Figura 4.5 Conexión de los equipos.....	53
Figura 4.6 Rack con los equipos de la red FTTH .....	54
Figura 4.7 Dirección IP emitida por Nedetel .....	54
Figura 4.8 Dirección IP privada .....	55
Figura 4.9 Lista de rutas en Mikrotik.....	55
Figura 4.10 Requisitos de vinculación.....	56
Figura 4.11 Reglas de vinculación .....	56
Figura 4.12 Configuración de la OLT.....	57
Figura 4.13 Configuración set-pnp .....	58
Figura 4.14 Configuración de la interfaz MNG1 .....	58
Figura 4.15 Configuración del enrutamiento en la OLT.....	58
Figura 4.16 Estado de las targetas conectadas a la OLT.....	58
Figura 4.17 Configuración de la ONU .....	59
Figura 4.18 Ping promedio de la ONU de un abonado .....	60
Figura 4.19 Configuración de la ONU .....	60
Figura 4.20 Consumo total de los abonados .....	61
Figura 4.21 Consumo total de los abonados .....	61
Figura 4.22 Prueba de reflectancia.....	62

## **RESUMEN**

En los últimos años, los servicios de telecomunicaciones han experimentado una creciente demanda debido a varios aspectos relacionados principalmente a los requerimientos de una población cada vez más exigente que demanda estar conectados de forma permanente y ubicua. Estas exigencias obligan a las compañías de telecomunicaciones a proveer de nuevos servicios y/o a optimizar los existentes, a través de la implementación de tecnologías eficientes orientadas a proporcionar una mejor calidad en los servicios brindados a sus abonados.

El presente proyecto hace referencia al desarrollo de la red GPON con FTTH (Fiber To The Home) para la empresa Signal-Internet, misma que se encuentra ubicada en la ciudad de Guaranda de la provincia de Bolívar. El objetivo de este proyecto es el despliegue de una red que provea el servicio de internet de alta calidad a precios muy competitivos para cubrir la creciente demanda del sector, sustituyendo el servicio actual de provisión que se realiza vía radio enlace, el cual ya no es suficiente debido a problemas de estabilidad y fidelidad.

Para el desarrollo del proyecto se analizó el estándar GPON y la tecnología FTTH para plantear el diseño de la red de fibra que abarque las múltiples redes involucradas y los equipos a instalar.

**Palabras clave:** FTTH, GPON, OLT, ONU.

## **ABSTRACT**

In recent years, telecommunications services have experienced a growing demand due to various aspects related mainly to the requirements of a population that demands to be permanently and ubiquitously connected. These demands force companies to provide new services and optimize existing ones through the implementation of increasingly efficient technologies aimed at providing a better quality of service to its subscribers.

This project refers to the development of a GPON network with FTTH (Fiber To The Home) for the Signal-Internet company, which is located in the city of Guaranda in the province of Bolívar. The objective of this project is the deployment of a network that provides high quality internet service at very competitive prices in order to meet the growing demand of the sector, replacing the current provision service that is carried out via radio link, which it is no longer sufficient due to stability and fidelity issues.

For the development of the project, the GPON standard and the FTTH technique were analyzed to propose the design of the fiber network that encompasses the multiple networks involved and the equipment to be installed.

**Keywords:** GPON, FTTH, ONU, OLT.

## INTRODUCCIÓN

La empresa Signal-Internet, es una operadora de servicio de internet que brinda su contingente en la ciudad de Guaranda. Debido a varias razones como: el aislamiento que generó la emergencia sanitaria, la empresa experimentó un crecimiento masivo de sus usuarios.

No obstante la infraestructura inalámbrica que posee actualmente ha empezado a saturarse haciendo que cada vez sea más difícil satisfacer la alta demanda de usuarios y se corra el riesgo que la red de provisión inalámbrica quede obsoleta debido a su limitado ancho de banda y poca fiabilidad.

Otros aspectos es las grandes distancias de cobertura que se deben resolver y también debido al limitado ancho de banda que se suministra a través de la tecnología.

Dada esta realidad, la empresa Signal Internet ha optado por migrar su infraestructura de radio enlace actual hacia una red de fibra óptica con el fin de aprovechar todas las ventajas que esta nueva tecnología conlleva, como la posibilidad de suscribir a nuevos usuarios y brindar una mejora significativa en la calidad de servicio de internet, presentando nuevos planes con mayores velocidades que van desde los 20 Mbps hasta los 35 Mbps, convirtiéndose en un proveedor competitivo en la ciudad de Guaranda.

El desarrollo del presente proyecto se realiza en cuatro capítulos: en el primer capítulo se presenta la información relacionada a la problemática de la red actual de servicio con su respectiva justificación y los objetivos relacionados al proyecto, en el capítulo II se describe la situación actual de la red de la empresa. En el capítulo III se define mediante la metodología Top-Down las fases para realizar el diseño e implementación de la red GPON, en el capítulo IV se presentan las pruebas de funcionamiento y de desempeño de la red, así como las configuraciones necesarias para poner en marcha los equipos, asegurando el correcto funcionamiento de la red. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo realizado.



# **CAPÍTULO 1**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1 Planteamiento del problema**

Signal-Internet es una empresa de índole privada que proporciona actualmente el servicio de internet vía radio enlace a la ciudad de Guaranda, a través de planes residenciales que van desde los 4Mbps hasta los 6Mbps con una compartición 4:1 simétrico y de tipo comercial que están en el rango de 4Mbps a 8Mbps con una compartición 2:1 simétrico.

Debido al desarrollo propio del sector y a la cuarentena obligatoria provocados por la emergencia sanitaria el teletrabajo, telestudio y el número de abonados en los últimos años creció de manera exponencial haciendo que la tecnología de provisión usada hasta el momento no sea suficiente para proveer un servicio de calidad en cuanto al número de enlaces y a los anchos de banda requeridos.

Esta situación ha obligado a la empresa a buscar una solución de alto rendimiento que utilice medios de transmisión mucho más eficaces como es el caso de la fibra óptica para brindar un mejor servicio de internet a los abonados.

Actualmente Signal-Internet es uno de los principales proveedores de conectividad en Guaranda, y ha experimentado un crecimiento progresivo en su demanda de planes de internet. Sin embargo, las restricciones tecnológicas de la infraestructura inalámbrica que posee actualmente no han cumplido con altos requerimientos que demanda los usuarios de esta zona.

Por otra parte, el crecimiento productivo que experimenta de forma permanente la ciudad, requiere la aplicación de mejores estrategias de comunicación y comercialización a nivel local, regional y nacional, haciendo más latente que los servicios de la empresa Signal-Internet sean requeridos y puestos a prueba por sus usuarios.

## **1.2 Justificación**

Signal-Internet es pionera en proveer el servicio de internet de banda ancha, con amplia cobertura en las zonas rurales y urbanas del cantón Guaranda y la provincia Bolívar. En los últimos años, ha tenido un crecimiento muy significativo, sin embargo, la estructura inalámbrica ha llegado a su punto de operación máximo y no logra satisfacer los servicios requeridos. Debido a este problema la empresa ha decidido migrar su red de distribución a una de fibra óptica para aprovechar las importantes ventajas que les ofrece la misma, con el objetivo de optimizar sus servicios, brindar un mayor ancho de banda a sus usuarios y mantener su competitividad frente a otras proveedoras de servicios.

Este proyecto brindará una mejor experiencia de usuario haciendo que el servicio de internet contratado mejore sustancialmente y así mismo la empresa Signal-Internet se consolide en el mercado de Guaranda.

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo General**

- Desarrollar la red GPON de la empresa Signal-Internet para la provisión de servicios de internet mediante fibra óptica para la ciudad de Guaranda, provincia de Bolívar.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Analizar el estado actual de la red de provisión que posee Signal-Internet en Guaranda.
- Diseñar la red GPON con los respectivos segmentos de distribución y acceso para la provisión de servicio de Internet a la ciudad de Guaranda.
- Implementar la red GPON desde la red del proveedor hasta la red del abonado para el cumplimiento de los parámetros definidos en el diseño de la red GPON
- Realizar pruebas desempeño y comportamiento de la red para la verificación de la funcionalidad de la mismas.

## 1.4 Marco conceptual

### 1.4.1 Fibra Óptica

La fibra óptica es un medio de transmisión para información con un alto ancho de banda, se usa principalmente en el campo de las telecomunicaciones, mediante este medio viaja luz mediante pulsos de luz led o luz láser los cuales viajan mediante los hilos de fibra, los cuales están fabricados con cristal de silicio. La fibra óptica no es afectada por los campos electromagnéticos ya que no porta energía eléctrica.

Para evitar que los pulsos de luz se escapen de los hilos, estos están recubiertos por un revestimiento de gel oscuro, los pulsos de luz envían y reciben información a alta velocidad. (fiber-optics.info, 2018)

En la figura 1.1 se muestran los elementos que componen la fibra óptica.

Figura 1.1 Cable de fibra óptica

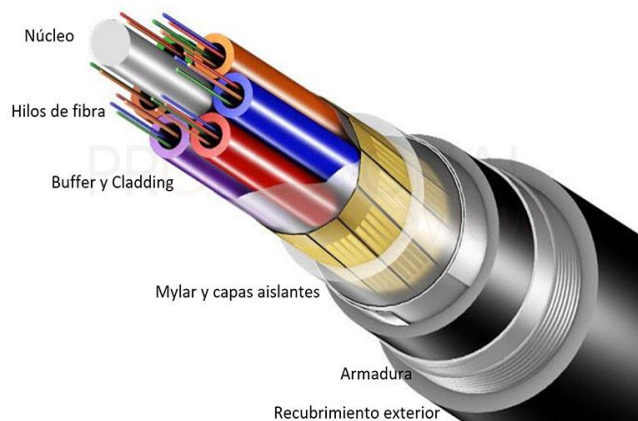


Gráfico de elementos del cable de fibra óptica, Fuente: (José Antonio Castillo, 2019)

### 1.4.2 Tipos de fibra óptica

Para la aplicación de redes GPON se utilizan dos tipos de fibra óptica: fibra monomodo y fibra multimodo.

#### Fibra monomodo

Este tipo de fibra está diseñada para llevar luz solamente a través de la fibra en un solo sentido dentro del núcleo del cable de fibra, el cual tiene un tamaño de 8 a 10 micras, debido a esto no existen interferencias ni superposiciones entre diferentes longitudes

de onda, las mismas que podrían llegar a alterar los datos enviados y recibidos a grandes distancias. (fiber-optics.info, 2018)

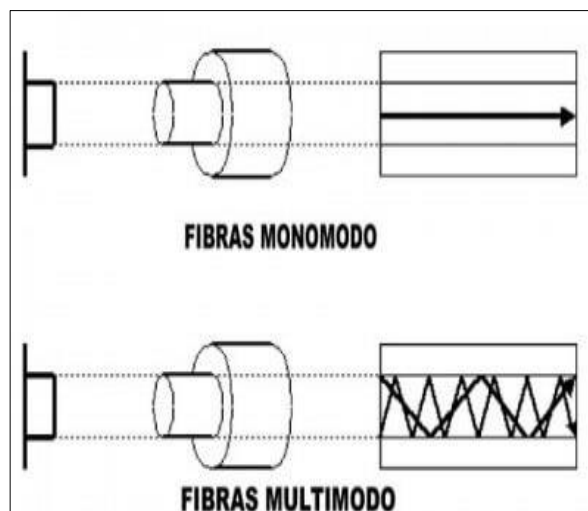
### **Fibra multimodo**

Esta fibra se emplea principalmente para distancias cortas, los rayos de luz tienen diferentes longitudes de onda las cuales van a partir de los 850 nm a los 1300 nm.

Debido a que el cable multimodo va a permitir diferentes longitudes de onda el núcleo presenta un tamaño superior, esto permite que las longitudes de enlaces y velocidades de conexión sean más altas. (fiber-optics.info, 2018)

En la figura 1.2 se detalla el envío de la luz en fibra óptica, se muestra en la fibra monomodo el envío de la señal en un solo sentido y en la fibra multimodo el envío de múltiples señales con diferentes longitudes de onda.

Figura 1.2 Envío de luz en fibra óptica



Sistema de fibra óptica mono o multimodo, Fuente: (Asis Rodriguez, 2014)

### **1.4.3 Redes FTTH**

Las redes FTTH (Fiber To The Home) son estructuras que principalmente están constituidas por fibra óptica la cual llega hasta los abonados de la empresa, estas redes cuales se clasifican en activas y pasivas. Estas redes son capaces de soportar un alto ancho alto. (Alvear, 2011)

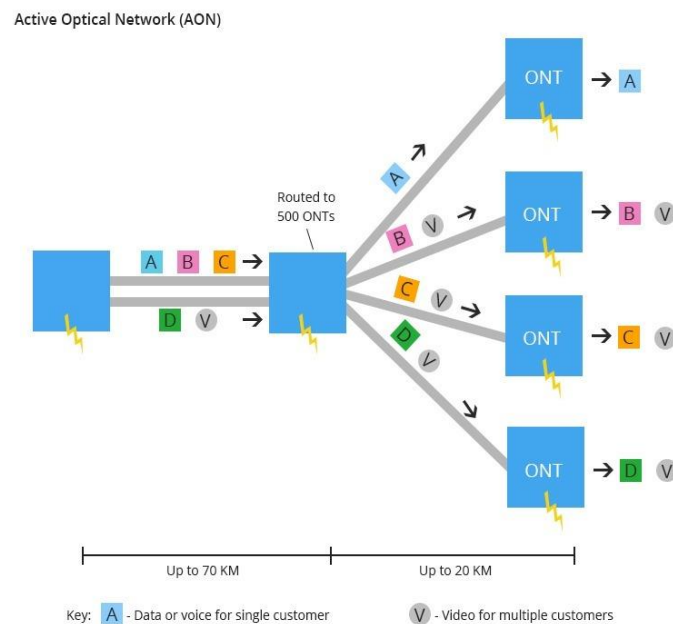
## AON (Redes Ópticas Activas)

En este tipo de redes, están implementados elementos activos los mismos que operan con electricidad para su funcionamiento y permiten conexiones extensas.

Dentro del estándar IEEE 802.ah, se mencionan a las redes activas las redes activas mediante ethernet las cuales brindan un ancho de banda simétrico superior a 1Gbps. Esto da paso a una comunicación Full-Dúplex a través de un enlace punto a punto. (Castro Mandujano, 2019).

En la figura 1.3 se observa un diagrama de la óptica pasiva y como se envían los paquetes de datos, voz y video a los usuarios.

Figura 1.3 Red óptica activa



Red óptica activa, Fuente: (Adeks, 2011)

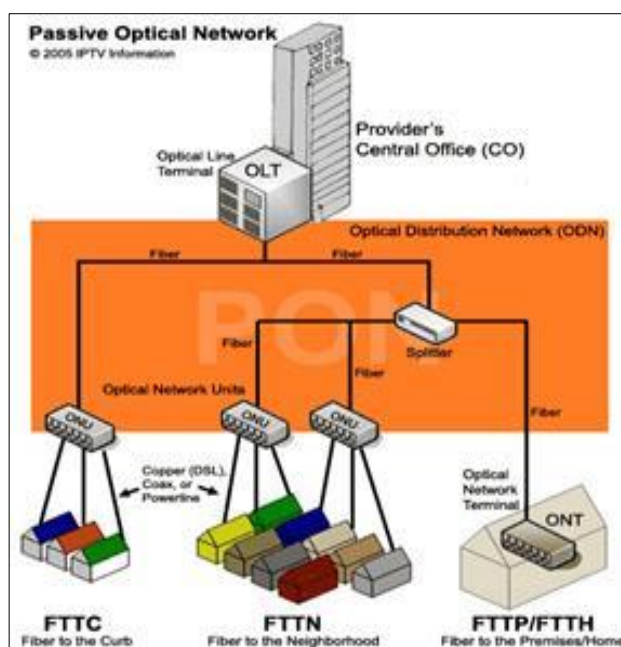
## PON (Red Óptica Pasiva)

Una red PON red de enlaces por fibra óptica en la cual se realiza un enlace punto-multipunto entre una OLT (optical line Terminal) y las ONT (optical Network Terminal). Este tipo de comunicación se la conoce como punto a punto y punto a multipunto. La ventaja principal de esta tecnología es que no dependen de elementos

eléctricos entre el cliente y la empresa que brinda los servicios. Estas redes usan enlaces punto a multipunto. (Castro Mandujano, 2019).

La figura 1.4 muestra un esquema de como una red óptica pasiva está distribuida y los múltiples componentes que forman parte de la misma.

Figura 1.4 Red óptica pasiva



Red óptica pasiva, Fuente: (Adeks, 2011)

### Punto a punto (P2P)

Las redes punto a punto de fibra óptica, son enlaces desde el quipo principal hasta un equipo de última milla, sin algún otro tipo de conexión en la ruta de la fibra.

Este tipo de conexión se ocupa principalmente en las empresas para poder realizar los enlaces con su equipo de campo ya que son distancias amplias. (ZAPARDIEL, 2014)

### Punto a multipunto (P2M)

Las conexiones punto a multipunto dentro de redes de fibra óptica están conectadas por un enlace troncal el mismo que enlaza a varios dispositivos, de esta manera se segmenta la señal hacia cada uno de ellos.

Lo primordial de este tipo de enlaces es la conexión de múltiples equipos mediante una misma red, se instalan splitters para realizar las divisiones necesarias para que la fibra llegue a todos los equipos.

#### **1.4.5 Tipos de redes PON**

Pon hace referencia a la red óptica pasiva la cual da la ventaja de suprimir elementos activos en el enlace del cliente y abonado. Existen varios tipos de redes PON como los que se menciona a continuación:

##### **APON (Asynchronous Transfer Mode Passive Optical Network)**

Este es un modelo de red que trabaja en modo asimétrico el cual trabaja en el canal descendente, fue la FSAN (Full Service Access Network) la que la definió por primera vez, esto debido a la necesidad de estandarizar diferentes especificaciones de 7 compañías de telecomunicaciones para poder mejorar el acceso de internet a los usuarios finales.

Esta red poseía capacidades de 155 Mbps simétricos y en el futuro llegó a los 622 Mbps de bajada y 155 Mbps de subida.

##### **BPON (Broadband Passive Optical Network)**

BPON se basa en las redes APON, pero este tipo de red tiene una ventaja superior ya que esta red da soporte a múltiples enlaces de banda ancha.

El incremento de banda ancha fue dado por el crecimiento de la longitud de onda, también este estándar es pionero para brindar soporte a diferentes aplicaciones que también usen banda ancha, como Ethernet, datos y las VPL (Virtual Private Line).

##### **EPON (Broadband Passive Optical Network)**

Esta red es capaz de transmitir datos en el rango de Gigabit por segundo, esta red es una extensión del estándar Ethernet IEEE802.3ah, llega a velocidades de 1.2 Gbps simétrico y puede llegar a dividirse de 1:16 hasta los 1:256.

También reduce costos operativos y de equipos, se reduce la complejidad de equipos al eliminar la conversión ATM/IP que se presenta en BPON.

## GPON (Gigabit Passive Optical Network)

Son las recomendaciones G.984.x por parte del ITU-T en las cuales se describen las técnicas para compartir mediante un mismo medio, es una mejora de la red BPON, la misma que brinda incrementos de ancho banda y transporte de múltiples datos como los servicios de streaming y de videojuegos.

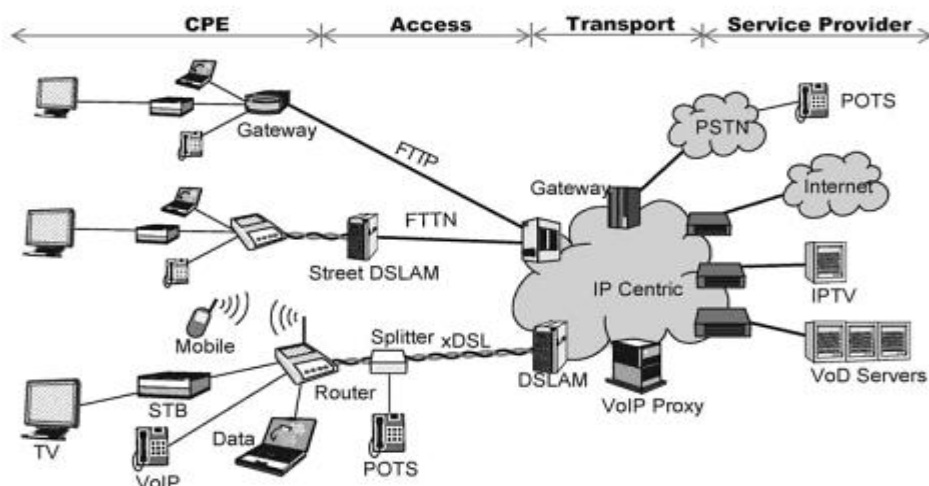
Esta red usa multiplexación de información llamada WDM (Wavelength Division Multiplexing), posee múltiples ventajas como:

- La identificación de usuarios mediante la OLT.
- Configuración remota de las ONT's.
- Dos protocolos de enlaces (ATM y GEM).
- Implementación de Multicast.

### 1.4.6 Redes de acceso

Estas redes son las conexiones que existen entre los abonados y la empresa prestadora de servicios, esta lleva información hasta el abonado y maneja el tráfico de paquetes del mismo.

Figura 1.5 Ejemplo de redes de acceso



Ejemplo de redes de acceso, Fuente: (EOI, 2013)

En la red de acceso se encuentran generalmente los siguientes elementos:



### **ODN (Red Óptica de Distribución)**

La red de distribución óptica se define como, el medio de transmisión óptica desde la OLT (Terminación de Línea Óptica) hacia los usuarios y viceversa. Dentro de este enlace se utiliza sólo componentes ópticos pasivos como: splitters y cajas NAP's.

### **ONT (Equipo Terminal de Red Óptica)**

Es el equipo que se instala en la dirección del abonado. Las ONT soportan un alto grado de desgaste y movimiento debido a ello comúnmente se incluye baterías.

### **OLT (Terminación de Línea Óptica)**

La OLT es el hardware de última milla para una red óptica pasiva (PON), puede transmitir una señal de datos a que llega hasta 128 ONT en una ruta de hasta 20 kilómetros usando splitters.

Una OLT tiene dos funciones principales:

Conversión de señales estandarizadas utilizadas por los ISP.

Coordinar la multiplexación entre en las ONT.

## **CAPÍTULO 2**

### **ESTUDIO INICIAL**

#### **2.1 Antecedentes**

##### **2.1.1 Descripción de la empresa**

Signal-Internet fue fundada en el año 2015. Constituye una empresa de mediana envergadura que brinda el servicio de internet a sus clientes inalámbricamente. Posee una vasta área de cobertura en la ciudad de Guaranda. Estos servicios se brindan para áreas residenciales y para empresas.

##### *Misión*

Signal-Internet es una empresa pionera en brindar servicio de internet mediante redes inalámbricas, con amplia cobertura en el cantón de Guaranda y la provincia Bolívar.

##### *Visión*

Signal-Internet ofrece servicios de comunicaciones inalámbricas fijas de vanguardia para clientes residenciales y corporativos. Nos guiamos por tres valores fundamentales que definen la forma en la que hacemos negocios: calidad, valor y servicio.

##### **2.1.2 Cobertura de la empresa**

Signal-Internet usa tecnología de conexión inalámbrica punto multipunto; la antena principal se encuentra en la Radio Base ubicada en el sector de Guanujo, proporcionando el servicio de internet a toda la provincia de Bolívar. En la figura 2.1 se presenta el mapa de la zona de cobertura de la empresa Signal-Internet en la provincia de Bolívar.

Figura 2.1 Cobertura de Signal-Internet

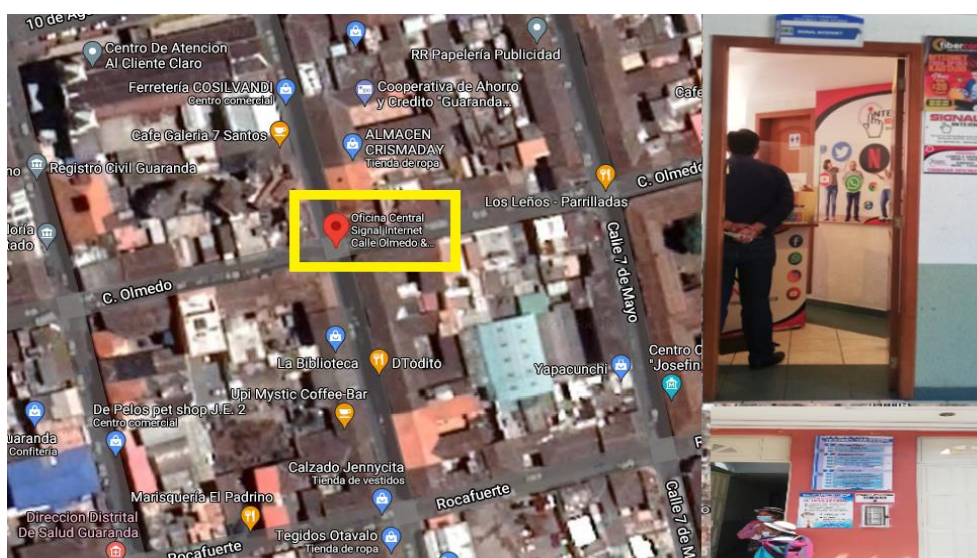


Cobertura de la empresa Signal-Internet, Fuente: (Signal-Internet, s.f.)

## 2.2 Ubicación

La empresa Signal Internet posee dos oficinas: la oficina central que se dedica a la administración de la empresa la cual se encuentra ubicada en el Edificio Primavera, en la las calles Convención 1884 y Olmedo. En la figura 2.2 se especifica la ubicación de la oficina central.

Figura 2.2 Ubicación geográfica de la oficina central de la empresa SIGNAL INTERNET.



Ubicación geográfica de la oficina central de SIGNAL INTERNET, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

La empresa también dispone de una oficina secundaria ubicada en la calle Progreso y Manuel Paliz donde se encuentra el cuarto de mantenimiento, el cuarto de

telecomunicaciones, el rack con todos los equipos de distribución óptica y la bodega. Esta oficina se encuentra en la calle Progreso. En la figura 2.3, se especifica la ubicación de la oficina secundaria de la empresa.

Figura 2.3 Ubicación geográfica de la oficina secundaria de la empresa SIGNAL INTERNET.



Ubicación geográfica de la oficina secundaria de SIGNAL INTERNET, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

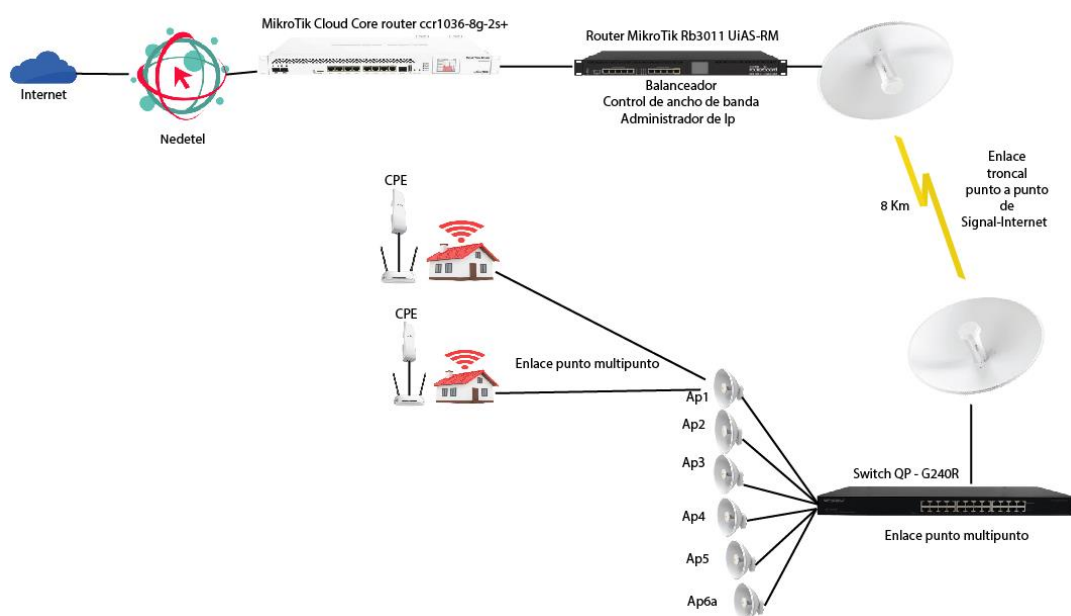
### 2.2.1 Análisis de la red actual de provisión Signal-Internet

La red de Signal-Internet de la cual NEDETEL es la compañía proveedora de servicios posee un ancho de banda de 160Mbps, el cual llega mediante un enlace troncal que conecta a los equipos de la radio base con la antena principal para brindar servicio a los abonados.

Actualmente la empresa Signal-Internet cuenta con alrededor de 320 abonados en la ciudad de Guaranda, los mismos que han optado por planes residenciales que van desde los 4 Mbps hasta los 6 Mbps poseen una compartición de 4:1 y planes Pymes que van desde los 4Mbps hasta los 8Mbps, los cuales poseen una compartición de 2:1.

En la figura 2.4 se muestra la configuración de la red inalámbrica con la que trabaja la empresa Signal-Internet.

Figura 2.4 Estructura de la red de enlace inalámbrico de Signal-Internet.



Estructura de la red de enlace inalámbrico de Signal-Internet., Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

El equipo principal de conectividad es un Router MikroTik de la serie Rb3011 UiAS-RM en el cual se realiza el balanceo de carga, así como se controla el ancho de banda y la asignación de direcciones IP's. En la figura 2.5 se muestra el router usado en la red inalámbrica.

Figura 2.5 Router MikroTik



Router MikroTik para conexión del enlace punto a multipunto, Fuente: (MikroTik, 2016)

El router que usa para la realizar las labores de administración de red es MikroTik Cloud Core router ccr1036-8g-2s+ como se muestra en la figura 2.6, el cual tiene soporte para interfaces 10Gpbs y un procesador de 36 núcleos, 4Gb de memoria RAM. Estas características hacen que este dispositivo sea en una herramienta bastante potente para administrar millones de paquetes por segundo, de esta manera se asegura que la red sea estable.

Figura 2.6 Cloud Core Router MikroTik



Cloud Core Router MikroTik, Fuente: (MikroTik, 2015)

El switch que ayuda a la conectividad de los ap's con la antenna para realizar el control de punto a multipunto es el QP-G240R como se muestra en la figura 2.7 el cual tiene soporte para los estándares IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab y posee 24 puertos con velocidades capaces de ir desde los 10/100/1000 Mbps, también cabe recalcar que los puertos tienen una capacidad de swithcing de 48 Gbps.

Figura 2.7 Switch QP-G240R



Switch QP-G240R de 24 puertos, Fuente: (QPCOM, 2019)

Signal-Internet utiliza antenas de transmisión de la marca Ubiquiti Power Beam AC 400 M5 como se muestra en la figura 2.8, la misma que se encuentra en el cerro Cochabamba, ubicada en las coordenadas 1°42'0.00"S y 79° 6'27.00"O y para la parte de recepción de la señal se utiliza de igual manera una antena Ubiquiti en la ubicación de la radio base.

Figura 2.8 Antena Ubiquiti Power Beam AC 400 M5



Antena de transmisión y recepción Ubiquiti, Fuente: (Ubiquiti, 2018)

Para la emisión y recepción de datos hasta la radio base están instaladas 6 antenas Mimosa C5x, como se muestra en la figura 2.9, la misma posee un diseño modular, y su alta frecuencia de operación que va desde los 4.9 GHz hasta los 6.4 GHz, alcanza hasta los 700 Mbps en el puerto gigabit y posee una potencia de 20 dBi.

Figura 2.9 Mimosa C5X



Antena de transmisión Mimosa, Fuente: (mimosa, 2018)

Para las conexiones residenciales para los abonados, se usan antenas Ubiquiti Nanostation M5 como se muestra en la figura 2.10, las cuales disponen de 150Mbps para la transmisión y permiten conexiones de hasta 15 Km.

A partir de las antenas mencionadas anteriormente se dirigen múltiples cables hasta el hogar del abonado, esta antena realiza el trabajo de gestión de tráfico de datos, este equipo posee 4 puertos LAN (Red de Área Local) y un puerto WLAN para la conexión a internet del modem wifi.



Figura 2.10 Antenas Ubiquiti



Antenas Ubiquiti para conexión del enlace punto a multipunto, Fuente: (Teletex, 2017)

En la residencia de cada uno de los abonados, se usa un router TPlink con tecnología Wi-Fi el cual posee 4 puertos LAN (Local Area Network) y un puerto WLAN (Wireless Local-Area Network). El modelo usado por la empresa es el tl-wr841n como se muestra en la figura 2.11, el cual tiene una capacidad máxima de 300Mbps y usa frecuencia de 2.4 GHz.

Figura 2.11 Router Tp-Link



Router Tp-Link usado para cada cliente, Fuente: (Tp-Link, 2010)



### **2.3 Problemas detectados**

Tras un amplio análisis de la estructura de red utilizada por parte de la empresa Signal-Internet se determinó los siguientes problemas:

- Debido a la geografía de la ciudad y la ubicación de las antenas, la calidad de la señal varía dependiendo del sector, debido a esto se presentan inconvenientes de intermitencia en el servicio.
- El incremento de abonados durante la emergencia sanitaria ha hecho que la capacidad de la red no sea suficiente para abastecer la nueva demanda, debido a esto se ha visto disminuida la calidad en el servicio entregado.
- Los anchos de banda que proporciona la red inalámbrica no son suficientes para los abonados ya que los servicios convergentes de streaming en uploading y downloading que actualmente se exigen en el sector, hacen que la red actual no soporte las exigencias indicadas.

### **2.4 Requerimientos**

Una vez conocidos los problemas de la red, se definen los siguientes requerimientos que exigen importantes cambios en la red de provisión:

- Se requiere ampliar el área de cobertura para llegar a más sectores e incorporar de nuevos usuarios. Quienes no pueden ser atendidos con la infraestructura actual debido a los múltiples problemas relacionados con la red.
- Optimizar el servicio hacia nuevos tipos de tráfico de datos brindando una mejor conectividad a internet mediante la provisión de mayores anchos de banda para nuevas aplicaciones.
- Fortalecer los enlaces a través de medios de transmisión más seguros y así evitar cortes de servicio, ruidos e interferencias en las señales con el fin de brindar un buen servicio a los usuarios.
- Implementar una red de distribución de altas prestaciones que tenga la capacidad de ser escalable, para así permitirse la expansión hacia otros sitios aledaños a la ciudad.

## **CAPÍTULO 3**

### **DISEÑO DE LA PROPUESTA**

#### **3.1 Metodología**

En el proyecto se escogió la metodología TOP-DOWN, misma que maneja un conjunto de fases sistémicas que describen el diseño e implementación de un proyecto tecnológico.

##### **3.1.1. Fases de la metodología**

Las fases que se consideraron para el diseño del proyecto se detallan a continuación:

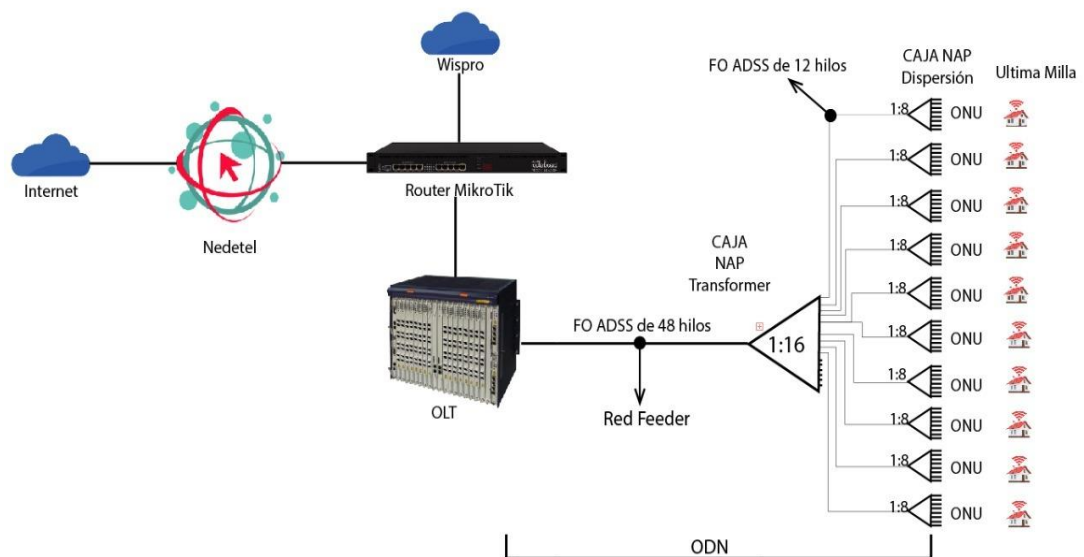
1. Analizar los requerimientos de la empresa Signal-Internet
2. Realizar un estudio geográfico de la ciudad de Guaranda.
3. Diseñar las posibles rutas de acceso donde se desea ofrecer el servicio.
4. Seleccionar los elementos para el desarrollo del proyecto como: cajas de distribución, cajas de dispersión, herrajes, splitters entre otros.
5. Compilar la información georreferenciada tanto de los postes como de las cajas NAP's (Network Access Point).
6. Elegir los diferentes tipos de fibra óptica que se desea ocupar en la red.
7. Realizar cálculos del presupuesto óptico y de esta manera verificar si la red se encuentra en óptimas condiciones.
8. Seleccionar los equipos que se utilizaran en la implementación de la red.
9. Implementar el diseño GPON en tres etapas: tendido aéreo del cable, la labor física y la fase final de configuración en los equipos tanto en la central como en las ONU de los abonados
10. Realizar las pruebas conectividad y monitoreo de la red, para evaluar el desempeño de la red.

### 3.2 Diseño de la red GPON

Al momento de realizar el diseño de la infraestructura GPON, se tomó en consideración todos los requerimientos de la empresa como la cantidad de abonados, el área de cobertura, calidad de servicio, anchos de banda, entre otros. Una de las actividades principales y necesarias para el despliegue de la Red GPON fue la georreferenciación de toda el área de cobertura, con el fin de ubicar estratégicamente tanto las cajas de dispersión como las cajas de nivel y establecer una base de datos de todos los usuarios por sector que deseen migrar a la red GPON.

La estructura de la Red GPON implementada por la empresa SIGNAL INTERNET, está compuesta por tres componentes fundamentales como se observa en la figura 3.1:

Figura 3.1 Estructura de la Red GPON de la empresa SIGNAL INTERNET.



Estructura de la red GPON, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

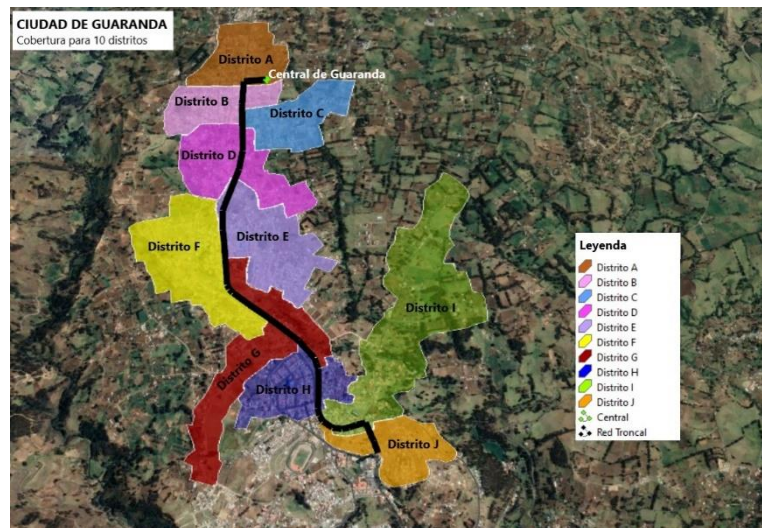
1. OLT (Optical Line Terminal).
2. ODN (Optical Distribution Network).
3. ONT (Optical Network Terminal).

### 3.2.1 Red de dispersión.

La red de dispersión es la red que acopla la red de distribución hacia la red de abonados, inicia en la ONT y termina en los AP's de cada usuario.

La implementación de la red FTTH se realizó en su totalidad mediante un tendido aéreo partiendo de la sectorización por distritos del área de cobertura como se muestra en la figura 3.2. Para esta implementación del tendido de fibra se usaron los postes de servicio eléctrico óptica los cuales se fueron colocando las cajas de dispersión y cajas de nivel.

Figura 3.2 Estructura de la Red GPON de la empresa SIGNAL INTERNET.



Red de dispersión, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

### Cobertura de NAPs

Durante la instalación de las NAP's se definieron 10 áreas de distribución tomando en cuenta que cada NAP podrá soportar 16 cajas de dispersión. El modelo escogido a usar será el NAP Transformer, este presenta el estándar IP68 el cual contiene 16 puertos. La principal ventaja por la cual se escogió este modelo es debido a la posibilidad de crear clientes de manera más simple debido a su fácil acceso.

Dentro de cada una de las cajas se dispone un splitter 1x16 el mismo que puede alimentar hasta 16 cajas de dispersión. De igual manera, cada caja de distribución contiene splitters de tipo 1:8, en caso de que la red deba crecer se puede llegar a aumentar la capacidad de las reservas para ellos se puede instalar un splitter tipo 1:2

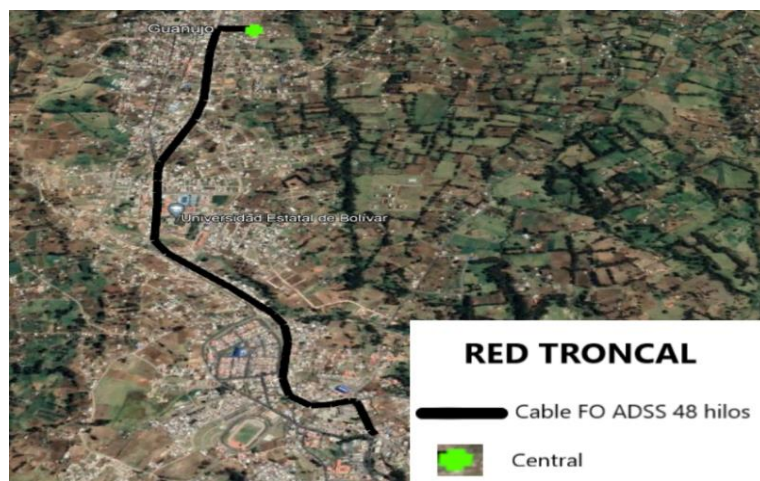
## Red feeder

La red feeder o también conocida como la red troncal es la unión de múltiples cables de fibra óptica que van unidos al ODF, el mismo que se ubica en la central.

Generalmente los cables de la fibra van de 48, 96, 144 y 288 hilos, los cuales pueden ser aéreos o canalizados y llegan a tener varias extensiones de feeder dependiendo del diseño que se necesite para la red.

En este diseño se va a ocupar fibra óptica ADSS de 48 hilos, la cual está compuesta por 6 buffers, debido a la cantidad de usuarios que se espera llegar a tener en el futuro y poder tener la ventaja de escalabilidad del sistema.

Figura 3.3 Red troncal

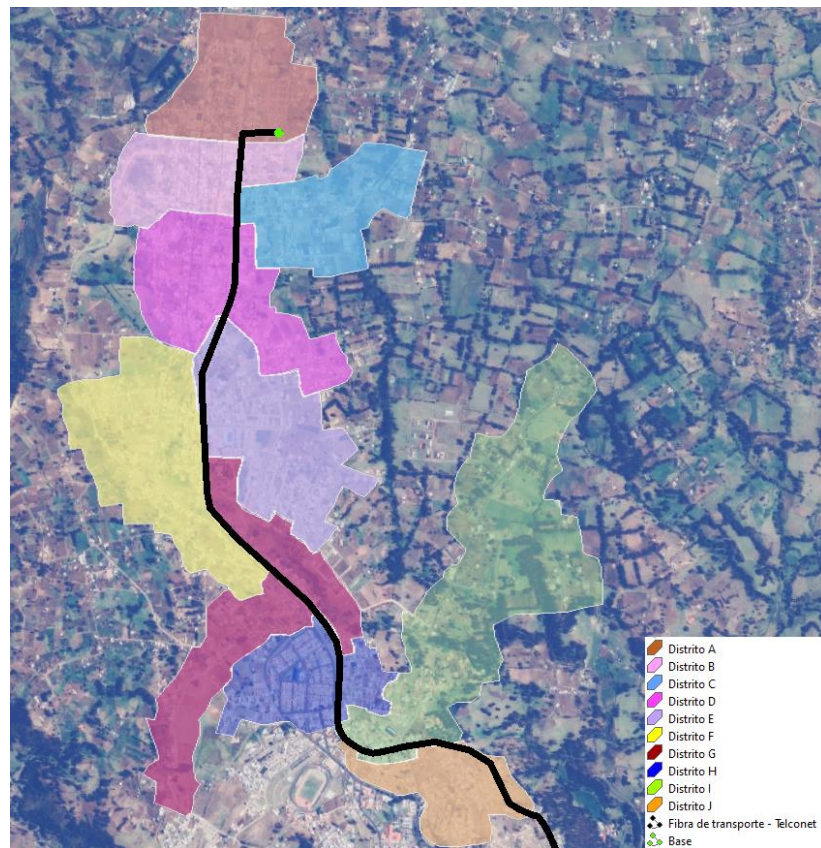


Red Troncal, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

## Distritos

En la figura 3.4 se muestra la distribución de la red GPON para la ciudad de Guaranda, la misma que fue realizada a partir del análisis de la cantidad de abonados en cada sector, que están interesados en realizar la migración hacia el servicio FTTH, y de igual manera se tomó en cuenta la cantidad de posibles nuevos clientes que deseen contratar el servicio de internet con la empresa.

Figura 3.4 Distribución de distritos de la red GPON de Signal-Internet



Distritos de la red GPON con tecnología FTTH, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

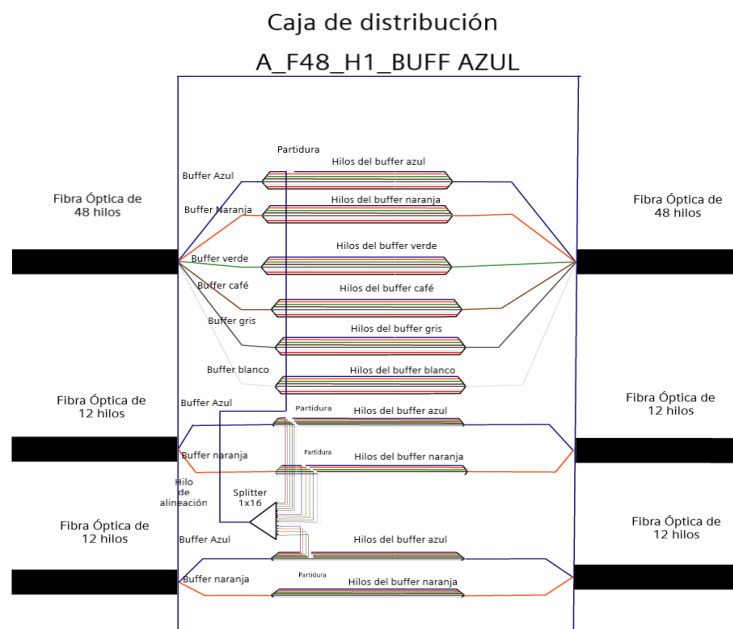
### Diagrama unifilar de las cajas de distribución

La fibra óptica utilizada para esta red es una fibra ADSS de 48 hilos G652D de la marca LIFEFIBER, que está compuesta por 6 buffer, dentro de los cuales se encuentran 8 hilos teniendo en cuenta que el buffer azul de la fibra de 48 hilos alimentará a las cajas de distribución de los diferentes distritos, el cual va a alimentar a un splitter de 1:16. Este splitter alimentará a otro de 1:8 el cual tiene como función dar servicio a los clientes como se muestra en la figura 3.5. La nomenclatura utilizada en las cajas de distribución es A\_F48\_H1\_BUFF AZUL, donde:

- A = Distrito A.
- F48 = Fibra óptica de 48 hilos.
- H 1 = El hilo al que se encuentra fusionado el splitter.
- BUFF AZUL = El buffer que lo alimenta.



Figura 3.5 Caja de distribución distrito A



Caja de distribución distrito A, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

### Diagrama unifilar de las cajas de dispersión

En la figura 3.6, se muestra el diagrama unifilar de la caja 1 del distrito B, para las cajas de dispersión se utiliza la fibra de 12 hilos la cual está compuesta por 2 buffer: azul y naranja. Para alimentar la caja de dispersión se usa el buffer azul. Las cajas de dispersión de los 10 distritos de establecen en la misma estructura indicada. En el ANEXO 1 se presentan los diagramas unifilares de todos los distritos para una mejor comprensión de su implementación. La nomenclatura utilizada en las cajas de distribución es B\_01\_F12\_H1, donde:

- B = Distrito B.
- 01 = Número de caja.
- F12 = Fibra óptica de 12 hilos.
- H1 = El hilo al que se encuentra fusionado el splitter.

Figura 3.6 Diagrama unifilar de la caja de dispersión 1 del distrito B

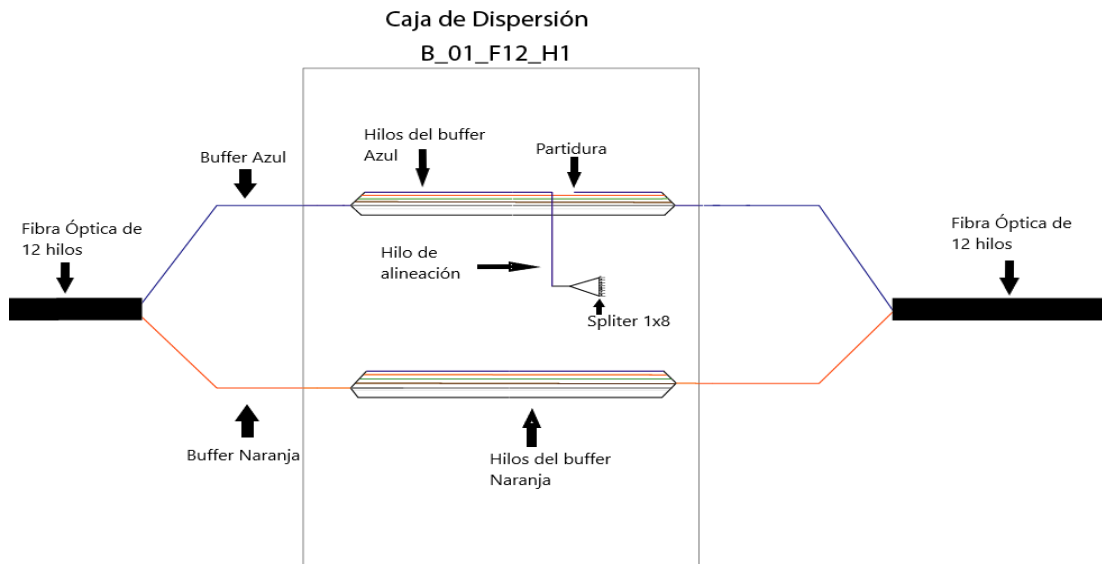


Diagrama unifilar de la caja de dispersión 1 del distrito B, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

## Distrito A

Para el diseño de este distrito, se aplicó el diagrama de espina de pescado en el cual se estima usar 57 postes con una distancia aproximada de 1.80 km. Para compensar la demanda en este distrito se pretende la instalación de 11 cajas de dispersión, que se dispondrán por 2 rutas principales de 12 hilos como se muestra en la figura 3.7.

Figura 3.7 Cobertura del distrito A



Cobertura del distrito A, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

Ya definida la cobertura, así como las rutas de acceso del distrito A, se consideraron los elementos que se detallan en las tablas 3.1 y 3.2 para la respectiva implementación de la red GPON en este distrito.



Tabla 3.1 Materiales de construcción necesarios

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
CAJA NAP ECO 16 PUERTOS APC LIFE FIBER	11	Unidad
FO ADSS 12 HILOS SPAN 100 M G652D LIFE FIBER	1721,56	Metros
CAJA NAP TRANSFORMER 16 PUERTOS	1	Unidad
FO DROP 2 HILOS SPAN 100 M	5200	Metros
SPLITER 1 * 8 APC	11	Unidad
PATCHCORD SM G652D SC/APC - SC/APC SX 3 MT 3.0MM	177	Unidad
ROSETA ÓPTICA	88	Unidad
PICTELES APC	1	Unidad
ONU Huawei HG8546M	88	Unidad

Materiales de construcción necesarios Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Tabla 3.2 Materiales de herrajería necesarios

HERRAJERÍA	CANTIDAD	UNIDAD
Herrajes de retención (tipo a)	57	Unidad
Pinza de anclaje	114	Unidad
Hebilla ban-dit de ¾	114	Unidad
Cinta eriban rollo 30 metros	114	Metros
Amarras industriales de 50 cm	5	Paquetes
Amarras industriales de 30 cm el paquete.	13	Paquetes

Materiales de herrajería necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Las cajas de dispersión se ubicaron en puntos estratégicos (ver la tabla 3.3), para lo cual se tomó en cuenta la densidad de la población y con el fin de abarcar a todos los usuarios que necesitan el servicio de internet.

Tabla 3.3 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito A

CAJAS DE DISPERSIÓN		COORDENADAS	
N° de caja	Splitter	Latitud	Longitud
A01	1:8	1°33'29.11"S	79° 0'20.91"O
A02	1:8	1°33'30.08"S	79° 0'26.38"O
A09	1:8	1°33'30.42"S	79° 0'31.10"O
A10	1:8	1°33'30.19"S	79° 0'38.69"O
A11	1:8	1°33'27.62"S	79° 0'33.72"O
A12	1:8	1°33'24.14"S	79° 0'31.05"O
A13	1:8	1°33'20.84"S	79° 0'33.72"O
A14	1:8	1°33'18.04"S	79° 0'31.10"O
A15	1:8	1°33'17.83"S	79° 0'27.66"O
A16	1:8	1°33'23.44"S	79° 0'27.87"O
A03	1:8	1°33'27.00"S	79° 0'29.18"O
CAJA DE DISTRIBUCIÓN		COORDENADAS	
Nombre	Splitter	Latitud	Longitud
Caja de nivel A	1:16	1°33'30.08"S	79° 0'27.14"O

Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito A, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

## Distrito B

Al igual que en el distrito anterior, para el distrito B, se usó un diagrama de espina de pescado en el cual se estima usar 48 postes con una distancia aproximada de 1.60 km. En el distrito B se requirió la instalación de 10 cajas de dispersión, que se ubicarán por 2 rutas principales de 12 hilos, como se observa en la figura 3.8.

Figura 3.8 Cobertura del distrito B



Cobertura del distrito B, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

A partir de la cobertura y las rutas de acceso definidas para el distrito B, se definieron los materiales requeridos para la implementación. Ver el detalle en las tablas 3.4 y 3.5.

Tabla 3.4 Materiales de construcción necesarios

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
CAJA NAP ECO 16 PUERTOS APC LIFEFIBER	10	unidad
FO ADSS 12 HILOS SPAN 100 M G652D LIFEFIBER	1572,74	metros
CAJA NAP TRANSFORMER 16 PUERTOS	1	unidad
FO DROP 2 HILOS SPAN 100 M	7020	metros
SPLITER 1 * 8 APC	10	unidad
PATCHCORD SM G652D SC/APC - SC/APC SX 3 MT 3.0MM	161	unidad
ROSETA ÓPTICA	80	unidad
PICTELES APC	1	unidad
ONU Huawei HG8546M	80	unidad

Materiales de construcción necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Tabla 3.5 Materiales de herrajería necesarios

HERRAJERÍA	CANTIDAD	UNIDAD
Herrajes de retención (tipo a)	48	unidad
Pinza de anclaje	96	unidad
Hebilla ban-dit de ¾	96	unidad
Cinta eriban rollo 30 metros	96	metros
Amarras industriales de 50 cm	4	paquetes
Amarras industriales de 30 cm el paquete.	11	paquetes

Materiales de herrajería necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Las cajas de dispersión se ubicaron en puntos estratégicos tomando en cuenta la densidad de población y el número de posibles usuarios interesados en los servicios de la empresa (ver la tabla 3.6).

Tabla 3.6 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito B

CAJAS DE DISPERSIÓN		COORDENADAS	
N° de caja	Splitter	Latitud	Longitud
B01	1:8	1°33'32.52"S	79° 0'24.81"O
B02	1:8	1°33'35.91"S	79° 0'27.73"O
B09	1:8	1°33'36.00"S	79° 0'30.35"O
B10	1:8	1°33'33.30"S	79° 0'32.35"O
B11	1:8	1°33'33.97"S	79° 0'39.03"O
B12	1:8	1°33'37.17"S	79° 0'44.05"O
B13	1:8	1°33'41.82"S	79° 0'41.22"O
B14	1:8	1°33'39.82"S	79° 0'36.39"O
B15	1:8	1°33'36.68"S	79° 0'35.02"O
B16	1:8	1°33'39.59"S	79° 0'30.83"O
CAJA DE DISRTIBUCIÓN		COORDENADAS	
Nombre	Splitter	Latitud	Longitud
Caja de nivel B	1:16	1°33'36.07"S	79° 0'28.06"O

Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito B, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

## Distrito C

Para el distrito C se aplicó un diagrama de gusano en el cual se estima usar 41 postes para cubrir una distancia aproximada de 1.30 km, mediante la instalación de 10 cajas de dispersión, que se dispondrán por una ruta principal de 12 hilos, como se observa en la figura 3.9.

Figura 3.9 Cobertura del distrito C



Cobertura del distrito C, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

Después de establecer la cobertura, así como las rutas de acceso del distrito C, se establecieron los materiales para la respectiva implementación de la red GPON en este distrito, tal como se detalla en las tablas 3.7 y 3.9.

Tabla 3.7 Materiales de construcción necesarios

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
CAJA NAP ECO 16 PUERTOS APC LIFEFIBER	11	unidad
FO ADSS 12 HILOS SPAN 100 M G652D LIFEFIBER	1116,25	metros
CAJA NAP TRANSFORMER 16 PUERTOS	1	unidad
FO DROP 2 HILOS SPAN 100 M	7035,26	metros
SPLITER 1 * 8 APC	11	unidad
PATCHCORD SM G652D SC/APC - SC/APC SX 3 MT 3.0MM	177	unidad
ROSETA ÓPTICA	88	unidad
PICTELES APC	1	unidad
ONU Huawei HG8546M	88	unidad

Materiales de construcción necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Tabla 3.8 Materiales de herrajería necesarios

HERRAJERÍA	CANTIDAD	UNIDAD
Herrajes de retención (tipo a)	41	unidad
Pinza de anclaje	82	unidad
Hebilla ban-dit de ¾	82	unidad
Cinta eriban rollo 30 metros	82	metros
Amarras industriales de 50 cm	3	paquetes
Amarras industriales de 30 cm el paquete.	8	paquetes

Materiales de herrajería necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

En la tabla 3.9, se dispone la ubicación de las cajas de dispersión en base a la densidad de la población, con el fin de abarcar a todos los usuarios que necesitan el servicio de internet.

Tabla 3.9 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito C

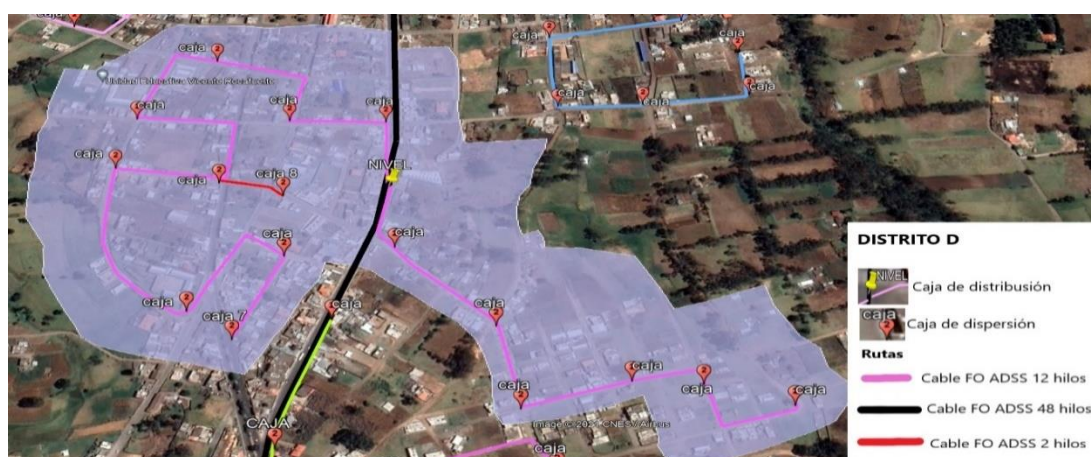
CAJAS DE DISPERSIÓN		COORDENADAS	
N° de caja	Splitter	Latitud	Longitud
C01	1:8	1°33'38.60"S	79° 0'25.98"O
C02	1:8	1°33'38.43"S	79° 0'19.71"O
C03	1:8	1°33'37.87"S	79° 0'15.54"O
C04	1:8	1°33'38.40"S	79° 0'8.23"O
C05	1:8	1°33'31.23"S	79° 0'5.09"O
C06	1:8	1°33'40.71"S	79° 0'15.14"O
C07	1:8	1°33'41.81"S	79° 0'20.93"O
C08	1:8	1°33'46.37"S	79° 0'20.48"O
C09	1:8	1°33'46.24"S	79° 0'16.91"O
C10	1:8	1°33'45.53"S	79° 0'12.39"O
C11	1:8	1°33'42.88"S	79° 0'12.76"O
CAJA DE DISRTIBUCIÓN		COORDENADAS	
Nombre	Splitter	Latitud	Longitud
Caja de nivel C	1:16	1°33'39.09"S	79° 0'27.81"O

Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito C, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

## Distrito D

Para el diseño de este distrito, se usó un diagrama de espina de pescado en el cual se estima usar 71 postes con una distancia aproximada de 2.75 km. Para satisfacer la demanda del distrito D se requiere la instalación de 16 cajas de dispersión, que se colocarán por 2 rutas principales de 12 hilos como se muestra en la figura 3.10.

Figura 3.10 Cobertura del distrito D



Cobertura del distrito D, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

Los materiales requeridos para la respectiva implementación de la red GPON en este distrito se detallan en las tablas 3.10 y 3.11.

Tabla 3.10 Materiales de construcción necesarios

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
CAJA NAP ECO 16 PUERTOS APC LIFE FIBER	16	unidad
FO ADSS 12 HILOS SPAN 100 M G652D LIFE FIBER	2413,89	metros
CAJA NAP TRANSFORMER 16 PUERTOS	1	unidad
FO DROP 2 HILOS SPAN 100 M	7624.73	metros
SPLITER 1 * 8 APC	16	unidad
PATCHCORD SM G652D SC/APC - SC/APC SX 3 MT 3.0MM	257	unidad
ROSETA ÓPTICA	128	unidad
PICTELES APC	1	unidad
ONU Huawei HG8546M	128	unidad

Materiales de construcción necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Tabla 3.11 Materiales de herrajería necesarios

HERRAJERÍA	CANTIDAD	UNIDAD
Herrajes de retención (tipo a)	71	unidad
Pinza de anclaje	142	unidad
Hebilla ban-dit de ¾	142	unidad
Cinta eriban rollo 30 metros	142	metros
Amarras industriales de 50 cm	6	paquetes
Amarras industriales de 30 cm el paquete.	10	paquetes

Materiales de herrajería necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Las cajas de dispersión se ubicaron en puntos estratégicos tomando en cuenta la densidad de población y el número de posibles usuarios interesados en los servicios de la empresa (ver la tabla 3.12).

Tabla 3.12 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito D

CAJAS DE DISPERSIÓN		COORDENADAS	
Nº de caja	Splitter	Latitud	Longitud
D01	1:8	1°33'54.89"S	79° 0'26.60"O
D02	1:8	1°33'58.88"S	79° 0'22.57"O
D03	1:8	1°34'2.83"S	79° 0'21.55"O
D04	1:8	1°34'1.50"S	79° 0'17.53"O
D05	1:8	1°34'1.63"S	79° 0'14.90"O
D06	1:8	1°34'2.62"S	79° 0'11.62"O
D07	1:8	1°33'59.72"S	79° 0'32.17"O
D08	1:8	1°33'52.26"S	79° 0'31.08"O
D09	1:8	1°33'47.70"S	79° 0'27.50"O
D10	1:8	1°33'47.91"S	79° 0'31.31"O
D11	1:8	1°33'44.18"S	79° 0'34.75"O
D12	1:8	1°33'47.79"S	79° 0'37.53"O
D13	1:8	1°33'51.58"S	79° 0'33.65"O
D14	1:8	1°33'50.72"S	79° 0'37.88"O
D15	1:8	1°33'58.35"S	79° 0'33.99"O
D16	1:8	1°33'55.50"S	79° 0'30.71"O
CAJA DE DISTRIBUCIÓN		COORDENADAS	
Nombre	Splitter	Latitud	Longitud
Caja de nivel D	1:16	1°33'51.52"S	79° 0'27.08"O

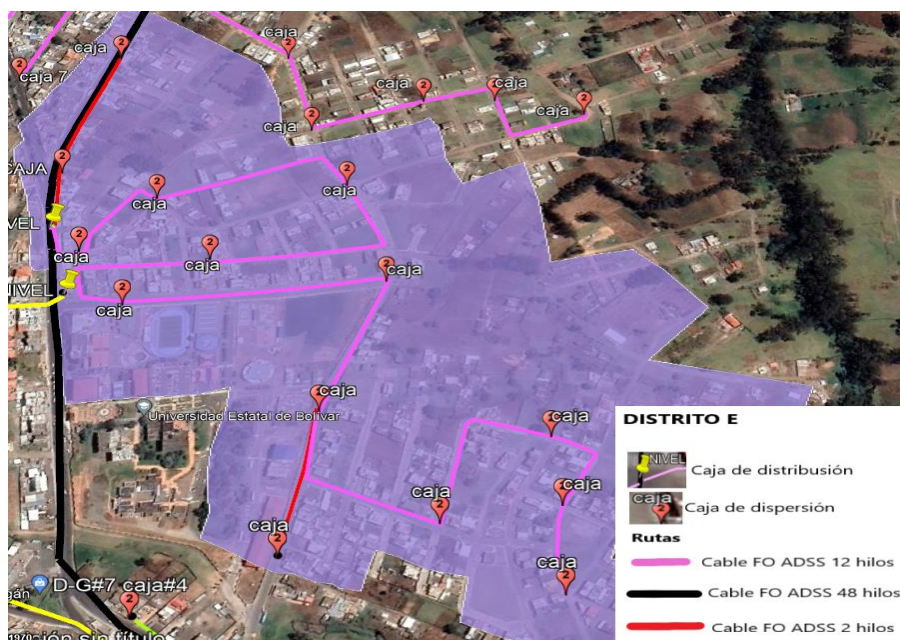
Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito D, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez



## Distrito E

Para el diseño del distrito E, se realizó mediante un diagrama de gusano en el cual se estima usar 67 postes con una distancia aproximada de 2.10 km. Este distrito requiere la instalación de 14 cajas de dispersión, que se ubicarán por una ruta principal de 12 hilos, como se observa en la figura 3.11.

Figura 3.11 Cobertura del distrito E



Cobertura del distrito E, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

A partir de la cobertura y considerando las rutas de acceso al distrito E, se detallan los materiales requeridos para la implementación de la red GPON, según las tablas 3.13 y 3.14

Tabla 3.13 Materiales de construcción necesarios

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
CAJA NAP ECO 16 PUERTOS APC LIFE FIBER	14	unidad
FO ADSS 12 HILOS SPAN 100 M G652D LIFE FIBER	2038	metros
CAJA NAP TRANSFORMER 16 PUERTOS	1	unidad
FO DROP 2 HILOS SPAN 100 M	8787,68	metros
SPLITER 1 * 8 APC	14	unidad
PATCHCORD SM G652D SC/APC - SC/APC SX 3 MT 3.0MM	225	unidad
ROSETA ÓPTICA	112	unidad
PICTELES APC	1	unidad
ONU Huawei HG8546M	112	unidad

Materiales de construcción necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Tabla 3.14 Materiales de herrajería necesarios

HERRAJERÍA	CANTIDAD	UNIDAD
Herrajes de retención (tipo a)	67	unidad
Pinza de anclaje	134	unidad
Hebilla ban-dit de ¾	134	unidad
Cinta eriban rollo 30 metros	134	metros
Amarras industriales de 50 cm	5	paquetes
Amarras industriales de 30 cm el paquete.	11	paquetes

Materiales de herrajería necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Las cajas de dispersión se ubicaron en puntos estratégicos tomando en cuenta la densidad de población y el número de posibles usuarios interesados en los servicios de la empresa (ver la tabla 3.15).

Tabla 3.15 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito E

CAJAS DE DISPERSIÓN		COORDENADAS	
N° de caja	Splitter	Latitud	Longitud
E01	1:8	1°34'4.76"S	79° 0'30.04"O
E02	1:8	1°33'58.67"S	79° 0'28.64"O
E03	1:8	1°34'8.66"S	79° 0'29.04"O
E04	1:8	1°34'6.10"S	79° 0'26.73"O
E05	1:8	1°34'5.70"S	79° 0'20.20"O
E06	1:8	1°34'9.15"S	79° 0'24.72"O
E07	1:8	1°34'11.22"S	79° 0'27.37"O
E08	1:8	1°34'10.68"S	79° 0'18.62"O
E09	1:8	1°34'16.37"S	79° 0'20.62"O
E10	1:8	1°34'22.20"S	79° 0'21.61"O
E11	1:8	1°34'21.30"S	79° 0'16.65"O
E12	1:8	1°34'18.09"S	79° 0'13.12"O
E13	1:8	1°34'20.90"S	79° 0'12.83"O
E14	1:8	1°34'24.33"S	79° 0'12.82"O
CAJA DE DISRTIBUCIÓN		COORDENADAS	
Nombre	Splitter	Latitud	Longitud
Caja de nivel E	1:16	1°34'7.44"S	79° 0'30.15"O

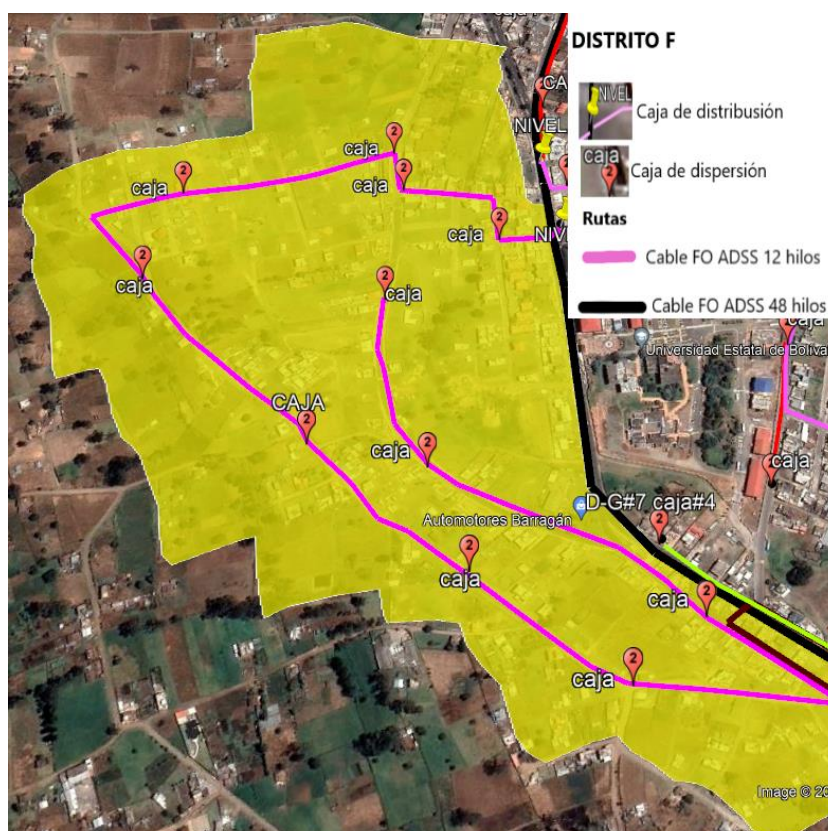
Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito E, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

## Distrito F

Este distrito se diseñó mediante un diagrama de gusano en el cual se estima usar 87 postes para cubrir una distancia aproximada de 2.60 km. En este distrito se requiere la instalación de 11 cajas de dispersión, que se instalarán por una ruta principal de 12 hilos como se observa en la figura 3.12.



Figura 3.12 Cobertura del distrito F



Cobertura del distrito F, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

En la Tabla 3.16 y Tabla 3.17 se definen los materiales para la implementación de la red GPON en este distrito a partir de su área de cobertura, así como de las rutas de acceso definidas.

Tabla 3.16 Materiales de construcción necesarios

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
CAJA NAP ECO 16 PUERTOS APC LIFEFIBER	11	Unidad
FO ADSS 12 HILOS SPAN 100 M G652D LIFEFIBER	2550,53	Metros
CAJA NAP TRANSFORMER 16 PUERTOS	1	Unidad
FO DROP 2 HILOS SPAN 100 M	7280	Metros
SPLITER 1 * 8 APC	11	Unidad
PATCHCORD SM G652D SC/APC - SC/APC SX 3 MT 3.0MM	177	unidad
ROSETA ÓPTICA	88	unidad
PICTELES APC	1	unidad
ONU Huawei HG8546M	88	unidad

Materiales de construcción necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Tabla 3.17 Materiales de herrajería necesarios

HERRAJERÍA	CANTIDAD	UNIDAD
Herrajes de retención (tipo a)	87	unidad
Pinza de anclaje	174	unidad
Hebilla ban-dit de ¾	174	unidad
Cinta eriban rollo 30 metros	174	metros
Amarras industriales de 50 cm	9	paquetes
Amarras industriales de 30 cm el paquete.	14	paquetes

Materiales de herrajería necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Las cajas de dispersión se ubicaron en puntos estratégicos tomando en cuenta la densidad de población y el número de posibles usuarios interesados en los servicios de la empresa (ver la tabla 3.18).

Tabla 3.18 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito F

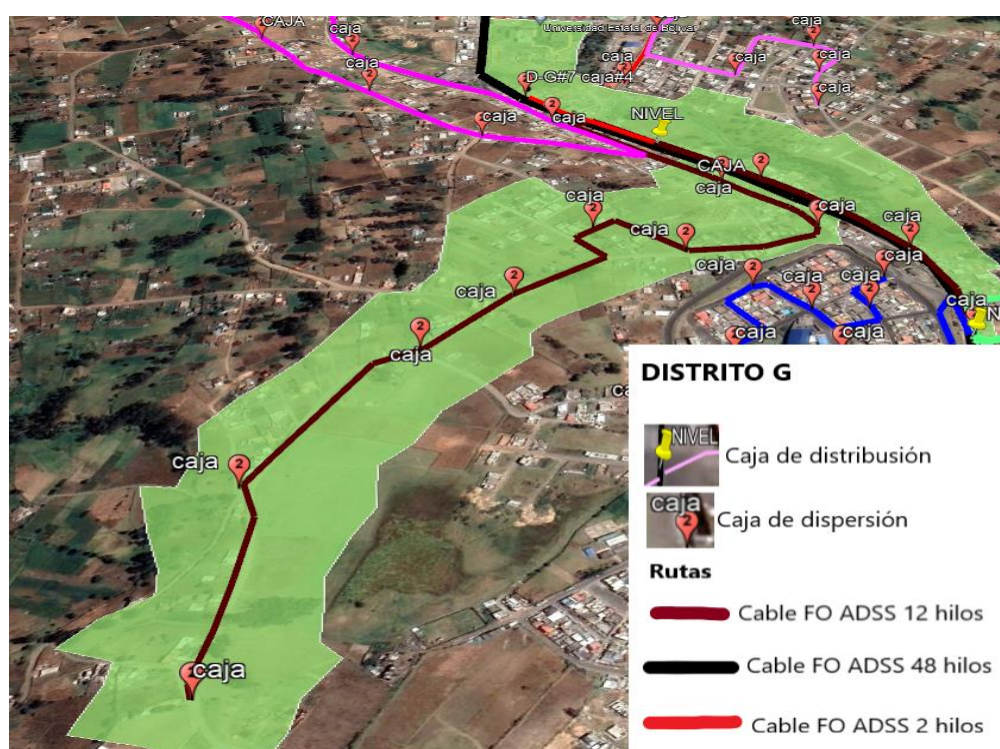
CAJAS DE DISPERSIÓN		COORDENADAS	
N° de caja	Splitter	Latitud	Longitud
F01	1:8	1°34'11.11"S	79° 0'31.67"O
F02	1:8	1°34'8.52"S	79° 0'35.55"O
F03	1:8	1°34'6.71"S	79° 0'36.02"O
F04	1:8	1°34'8.53"S	79° 0'44.00"O
F05	1:8	1°34'12.46"S	79° 0'44.99"O
F06	1:8	1°34'19.80"S	79° 0'38.24"O
F07	1:8	1°34'25.06"S	79° 0'32.25"O
F08	1:8	1°34'29.58"S	79° 0'26.63"O
F09	1:8	1°34'27.15"S	79° 0'24.14"O
F10	1:8	1°34'20.84"S	79° 0'33.96"O
F11	1:8	1°34'13.60"S	79° 0'35.94"O
CAJA DE DISRTIBUCIÓN		COORDENADAS	
Nombre	Splitter	Latitud	Longitud
Caja de nivel F	1:16	1°34'10.70"S	79° 0'29.28"O

Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito F, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

## Distrito G

El distrito G se diseñó mediante un diagrama de espina de pescado en el cual se estima usar 62 postes con una distancia aproximada de 2.50 km. Este distrito requiere la instalación de 12 cajas de dispersión, que se ubicarán por 2 rutas principales de 12 hilos, como se muestra en la figura 3.13.

Figura 3.13 Cobertura del distrito G



Cobertura del distrito G, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Las tablas 3.19 y 3.20 incluyen los materiales necesarios para la implementación de la red GPON, a partir del área de cobertura, así como las rutas de acceso.

Tabla 3.19 Materiales de construcción necesarios

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
CAJA NAP ECO 16 PUERTOS APC LIFEFIBER	12	Unidad
FO ADSS 12 HILOS SPAN 100 M G652D LIFEFIBER	2468,11	Metros
CAJA NAP TRANSFORMER 16 PUERTOS	1	Unidad
FO DROP 2 HILOS SPAN 100 M	8286,84	Metros
SPLITER 1 * 8 APC	12	Unidad
PATCHCORD SM G652D SC/APC - SC/APC SX 3 MT 3.0MM	193	unidad
ROSETA ÓPTICA	96	unidad
PICTELES APC	1	unidad
ONU Huawei HG8546M	96	unidad

Materiales de construcción necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Tabla 3.20 Materiales de herrajería necesarios

HERRAJERÍA	CANTIDAD	UNIDAD
Herrajes de retención (tipo a)	62	unidad
Pinza de anclaje	124	unidad
Hebilla ban-dit de ¾	124	unidad
Cinta eriban rollo 30 metros	124	metros
Amarras industriales de 50 cm	5	paquetes
Amarras industriales de 30 cm el paquete.	10	paquetes

Materiales de herrajería necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Las cajas de dispersión se ubicaron en puntos estratégicos tomando en cuenta la densidad de población y el número de posibles usuarios interesados en los servicios de la empresa (ver la tabla 3.21).

Tabla 3.21 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito G

CAJAS DE DISPERSIÓN		COORDENADAS	
N° de caja	Splitter	Latitud	Longitud
G01	1:8	1°34'32.13"S	79° 0'15.05"O
G02	1:8	1°34'37.61"S	79° 0'9.14"O
G03	1:8	1°34'44.17"S	79° 0'7.05"O
G04	1:8	1°34'24.23"S	79° 0'25.72"O
G05	1:8	1°34'32.78"S	79° 0'16.59"O
G06	1:8	1°34'36.44"S	79° 0'12.67"O
G07	1:8	1°34'38.78"S	79° 0'17.59"O
G08	1:8	1°34'37.34"S	79° 0'21.18"O
G09	1:8	1°34'42.22"S	79° 0'23.46"O
G10	1:8	1°34'45.62"S	79° 0'26.16"O
G11	1:8	1°34'53.13"S	79° 0'30.39"O
G12	1:8	1°35'3.07"S	79° 0'28.74"O
CAJA DE DISRTIBUCIÓN		COORDENADAS	
Nombre	Splitter	Latitud	Longitud
Caja de nivel G	1:16	1°34'28.64"S	79° 0'19.60"O

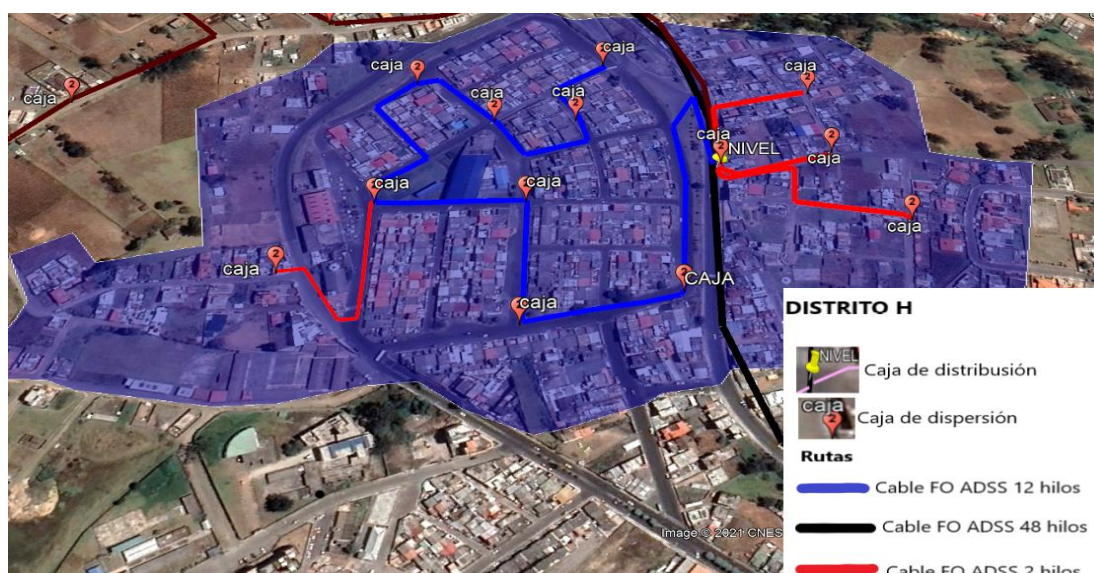
Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito G, Autores:  
Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

## Distrito H

Este distrito H se diseñó mediante el diagrama de gusano en el cual se estima usar 58 postes con una distancia aproximada de 1.30 km. La demanda en el distrito H requiere la instalación de 12 cajas de dispersión, que se instalarán por una ruta principal de 12 hilos, como se muestra en la figura 3.14.



Figura 3.14 Cobertura del distrito H



Cobertura del distrito H, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Los materiales que se utilizarán en la implementación de la red GPON del distrito H, se especifican en las tablas 3.22 y 3.23. Estos materiales se basan en el área de cobertura y la cantidad de posibles usuarios.

Tabla 3.22 Materiales de construcción necesarios

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
CAJA NAP ECO 16 PUERTOS APC LIFEFIBER	12	unidad
FO ADSS 12 HILOS SPAN 100 M G652D LIFEFIBER	1210,49	metros
CAJA NAP TRANSFORMER 16 PUERTOS	1	unidad
FO DROP 2 HILOS SPAN 100 M	7897,06	metros
SPLITER 1 * 8 APC	12	unidad
PATCHCORD SM G652D SC/APC - SC/APC SX 3 MT 3.0MM	193	unidad
ROSETA ÓPTICA	96	unidad
PICTELES APC	1	unidad
ONU Huawei HG8546M	96	unidad

Materiales de construcción necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Tabla 3.23 Materiales de herrajería necesarios

HERRAJERÍA	CANTIDAD	UNIDAD
Herrajes de retención (tipo a)	58	unidad
Pinza de anclaje	116	unidad
Hebilla ban-dit de ¾	116	unidad
Cinta eriban rollo 30 metros	116	metros
Amarras industriales de 50 cm	5	paquetes
Amarras industriales de 30 cm el paquete.	10	paquetes

Materiales de herrajería necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Las cajas de dispersión se ubicaron en puntos estratégicos tomando en cuenta la densidad de población y el número de posibles usuarios interesados en los servicios de la empresa (ver la tabla 3.24).

Tabla 3.24 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito H

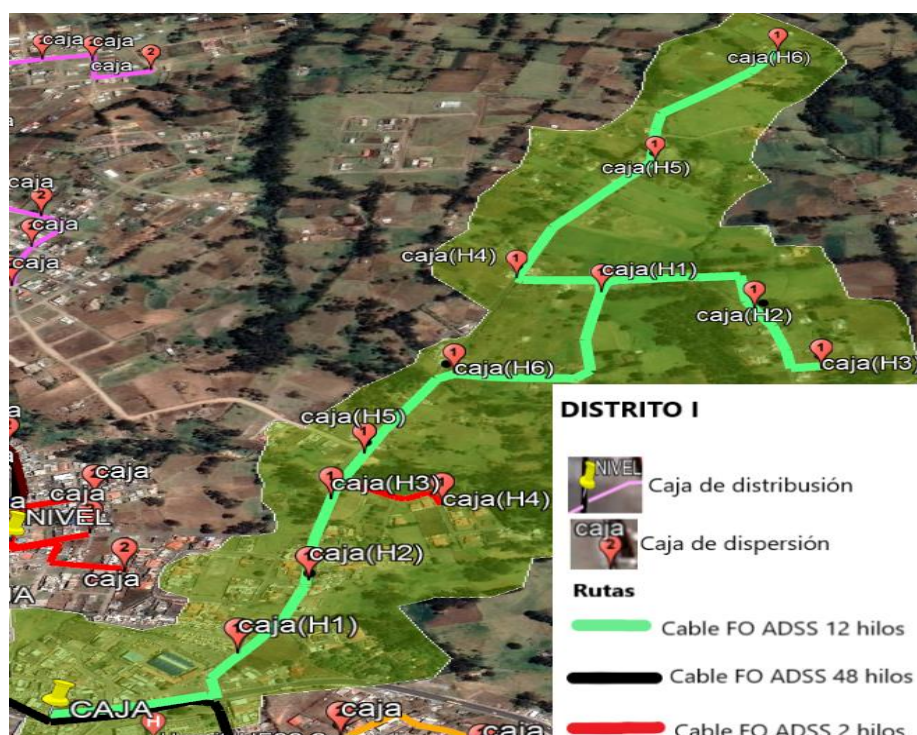
CAJAS DE DISPERSIÓN		COORDENADAS	
N° de caja	Splitter	Latitud	Longitud
H01	1:8	1°34'40.98"S	79° 0'4.76"O
H02	1:8	1°34'43.50"S	79° 0'4.25"O
H03	1:8	1°34'45.88"S	79° 0'2.39"O
H04	1:8	1°34'48.58"S	79° 0'7.89"O
H05	1:8	1°34'49.63"S	79° 0'11.57"O
H06	1:8	1°34'45.69"S	79° 0'11.74"O
H07	1:8	1°34'45.58"S	79° 0'15.44"O
H08	1:8	1°34'40.96"S	79° 0'15.00"O
H09	1:8	1°34'42.54"S	79° 0'12.83"O
H10	1:8	1°34'42.55"S	79° 0'10.75"O
H11	1:8	1°34'40.15"S	79° 0'10.20"O
H12	1:8	1°34'47.97"S	79° 0'17.33"O
CAJA DE DISRTIBUCIÓN		COORDENADAS	
Nombre	Splitter	Latitud	Longitud
Caja de nivel H	1:16	1°34'44.35"S	79° 0'7.17"O

Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito H, Autores:  
Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

## Distrito I

El distrito I se diseñó mediante el diagrama de gusano con un estimado de 79 postes para cubrir una distancia aproximada de 3 km. El distrito I requiere la instalación de 14 cajas de dispersión, que se colocarán sobre una ruta principal de 12 hilos, como se muestra en la figura 3.15.

Figura 3.15 Cobertura del distrito I



Cobertura del distrito I, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Los materiales que se utilizarán en la implementación de la red GPON del distrito I, se detallan en las tablas 3.25 y 3.26. Estos materiales se basan en el área de cobertura y la cantidad de posibles usuarios.

Tabla 3.25 Materiales de construcción necesarios

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
CAJA NAP ECO 16 PUERTOS APC LIFE FIBER	14	unidad
FO ADSS 12 HILOS SPAN 100 M G652D LIFE FIBER	2761,08	metros
CAJA NAP TRANSFORMER 16 PUERTOS	1	unidad
FO DROP 2 HILOS SPAN 100 M	2589,56	metros
SPLITER 1 * 8 APC	14	unidad
PATCHCORD SM G652D SC/APC - SC/APC SX 3 MT 3.0MM	225	unidad
ROSETA ÓPTICA	112	unidad
PICTELES APC	1	unidad
ONU Huawei HG8546M	112	unidad

Materiales de construcción necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Tabla 3.26 Materiales de herrajería necesarios

HERRAJERÍA	CANTIDAD	UNIDAD
Herrajes de retención (tipo a)	79	unidad
Pinza de anclaje	158	unidad
Hebilla ban-dit de ¾	158	unidad
Cinta eriban rollo 30 metros	158	metros
Amarras industriales de 50 cm	8	paquetes
Amarras industriales de 30 cm el paquete.	13	paquetes

Materiales de herrajería necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Las cajas de dispersión se ubicaron en puntos estratégicos tomando en cuenta la densidad de población y el número de posibles usuarios interesados en los servicios de la empresa (ver la tabla 3.27).

Tabla 3.27 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión, distribución y de la manga de empalme del distrito I

CAJAS DE DISPERSIÓN		COORDENADAS	
N° de caja	Splitter	Latitud	Longitud
I01	1:8	1°34'50.62"S	78°59'57.18"O
I02	1:8	1°34'45.92"S	78°59'55.55"O
I03	1:8	1°34'40.21"S	78°59'55.81"O
I04	1:8	1°34'40.12"S	78°59'51.45"O
I05	1:8	1°34'36.65"S	78°59'55.15"O
I06	1:8	1°34'29.90"S	78°59'52.44"O
I07	1:8	1°34'23.39"S	78°59'46.44"O
I08	1:8	1°34'24.86"S	78°59'39.30"O
I09	1:8	1°34'29.95"S	78°59'36.11"O
I10	1:8	1°34'22.43"S	78°59'50.44"O
I11	1:8	1°34'11.42"S	78°59'44.79"O
I12	1:8	1°34'0.29"S	78°59'38.99"O
CAJA DE DISTRIBUCIÓN		COORDENADAS	
Nombre	Splitter	Latitud	Longitud
Caja de nivel I	1:16	1°34'54.28"S	79° 0'3.00"O
MANGA DE EMPALME		COORDENADAS	
N° de manga		Latitud	Longitud
1		1°34'23.39"S	78°59'46.44"O

Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión, distribución y de la manga de empalme del distrito I, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

## Distrito J

Para el diseño del distrito J se aplicó un diagrama de espina de pescado en el cual se estimó el uso de 50 postes para cubrir una distancia aproximada de 2 km. La demanda del distrito J requiere la instalación de 14 cajas de dispersión, que se ubicarán sobre 2 rutas principales de 12 hilos, como se muestra en la figura 3.16.



Figura 3.16 Cobertura del distrito J



Cobertura del distrito J, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

A partir de la cobertura y las rutas de acceso definidas para este distrito, se definieron los materiales necesarios que se detallan en las tablas 3.28 y 3.29 para su respectiva implementación.

Tabla 3.28 Materiales de construcción necesarios

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
CAJA NAP ECO 16 PUERTOS APC LIFE FIBER	14	unidad
FO ADSS 12 HILOS SPAN 100 M G652D LIFE FIBER	1829	metros
CAJA NAP TRANSFORMER 16 PUERTOS	1	unidad
FO DROP 2 HILOS SPAN 100 M	4420	metros
SPLITER 1 * 8 APC	14	unidad
PATCHCORD SM G652D SC/APC - SC/APC SX 3 MT 3.0MM	225	unidad
ROSETA ÓPTICA	112	unidad
PICTELES APC	1	unidad
ONU Huawei HG8546M	112	unidad

Materiales de construcción necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Tabla 3.29 Materiales de herrajería necesarios

HERRAJERÍA	CANTIDAD	UNIDAD
Herrajes de retención (tipo a)	50	unidad
Pinza de anclaje	100	unidad
Hebilla ban-dit de ¾	100	unidad
Cinta eriban rollo 30 metros	100	metros
Amarras industriales de 50 cm	6	paquetes
Amarras industriales de 30 cm el paquete.	10	paquetes

Materiales de herrajería necesarios, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

Las cajas de dispersión se ubicaron en puntos estratégicos tomando en cuenta la densidad de población y el número de posibles usuarios interesados en los servicios de la empresa (ver la tabla 3.30).

Tabla 3.30 Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito J

CAJAS DE DISPERSIÓN		COORDENADAS	
N° de caja	Splitter	Latitud	Longitud
J01	1:8	1°34'54.10"S	79° 0'4.99"O
J02	1:8	1°34'57.67"S	79° 0'4.35"O
J03	1:8	1°34'59.64"S	79° 0'0.43"O
J04	1:8	1°34'59.34"S	78°59'55.33"O
J05	1:8	1°34'59.37"S	78°59'54.26"O
J06	1:8	1°35'2.26"S	78°59'51.08"O
J07	1:8	1°35'4.05"S	78°59'49.33"O
J08	1:8	1°35'3.55"S	78°59'46.66"O
J09	1:8	1°34'58.42"S	78°59'49.19"O
J10	1:8	1°34'55.47"S	78°59'52.51"O
J11	1:8	1°34'56.66"S	78°59'47.38"O
J12	1:8	1°34'59.70"S	78°59'45.66"O
J13	1:8	1°34'56.15"S	78°59'44.31"O
J14	1:8	1°35'0.06"S	78°59'41.50"O
CAJA DE DISRTIBUCIÓN		COORDENADAS	
Nombre	Splitter	Latitud	Longitud
Caja de nivel J	1:16	1°34'58.83"S	78°59'54.88"O

Coordenadas georreferenciadas de las cajas de dispersión y distribución del distrito J, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

### 3.2.2 Red de distribución

#### Splitter

Los splitters son usados para realizar la división del cable de fibra a varios puntos, es decir para establecer una conexión punto a multipunto. Existen dos tipos de splitters los cuales pueden ser conectorizados o fusionados, los mismos que deben cumplir el estándar ITU-TG984 y pueden ser de clase A, B o C. Para la implementación del presente proyecto se usan splitters de clase B ya que la los elementos activos OLT y ONT son también de dicha clase.

Para la tabla 3.31 se muestra un ejemplo de las diferencias en las perdidas por división para tasa de spliteo, de igual manera para el cálculo de los mismo se muestra en la figura 3.17 la fórmula de para perdidas por Splitting donde  $n$  es reemplazado por el número de divisiones.

Tabla 3.31 Pérdidas en splitters

Número de divisiones	Tasa de Splitting	Pérdidas por división
1	1:2	3 dB
2	1:4	6dB
3	1:8	9dB
4	1:16	12dB

Tabla de pérdidas en splitters, Fuente: (Pastor, 2013).

Figura 3.17 Fórmula para pérdidas



Fórmula para pérdidas en splitters, Fuente: (Pastor, 2013)

## ODF

El ODF (Optical Distributer Fiber) se encarga de conectar la red de acceso y los equipos que brindarán el servicio de internet en la central. Para la presente implementación se usó un ODF con capacidad de 24 puertos, como se logra observar en la figura 3.18, este ODF ya vienen incorporados pigtails, los mismos se conectan a los adaptadores y a los patch cords de los dispositivos activos que se usó en la implementación.

Figura 3.18 ODF implementado



ODF de 24 puertos, Fuente: (dyrsistemas, 2021).

## 3.2 CÁLCULOS DE ENLACE

### 3.2.1 Presupuesto Óptico

Para realizar los cálculos para obtener el valor de atenuación producido por cables y conectores los en el enlace en cada uno de los distritos, se tomó en consideración las atenuaciones especificadas en la norma EIA/TIA 568 y en las recomendaciones ITU-T G.751, ITU-T G.671, ITU-TG984 y también con atenuaciones permitidos por el fabricante. En las tablas: 3.32, 3.33, 3.34, 3.35, 3.36, 3.37, 3.38, 3.39, 3.40 y 3.41 se logra observar los valores máximos permitidos en cada uno de los distritos.

Tabla 3.32 Presupuesto óptico Distrito A

Presupuesto Óptico-Distancia Mínima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	0,10	0,25	0,025
TOTAL (dB)				23,33
Presupuesto Óptico-Máxima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	1,64	0,25	0,41
TOTAL (dB)				23,71

Presupuesto óptico Distrito A, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

Tabla 3.33 Presupuesto óptico Distrito B

Presupuesto Óptico-Distancia Mínima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	0,19	0,25	0,048
TOTAL (dB)				23,35
Presupuesto Óptico-Máxima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	1,35	0,25	0,34
TOTAL (dB)				23,64

Presupuesto óptico Distrito B, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

Tabla 3.34 Presupuesto óptico Distrito C

Presupuesto Óptico-Distancia Mínima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	0,07	0,25	0,018
TOTAL (dB)				23,32
Presupuesto Óptico-Máxima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	1,11	0,25	0,28
TOTAL (dB)				23,58

Presupuesto óptico Distrito C, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

Tabla 3.35 Presupuesto óptico Distrito D

Presupuesto Óptico-Distancia Mínima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	0,13	0,25	0,033
TOTAL (dB)				23,63
Presupuesto Óptico-Máxima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	1,64	0,25	0,41
TOTAL (dB)				23,71

Presupuesto óptico Distrito D, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

Tabla 3.36 Presupuesto óptico Distrito E

Presupuesto Óptico-Distancia Mínima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	0,1	0,25	0,025
TOTAL (dB)				23,33
Presupuesto Óptico-Máxima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	2,05	0,25	0,41
TOTAL (dB)				23,81

Presupuesto óptico Distrito E, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

Tabla 3.37 Presupuesto óptico Distrito F

Presupuesto Óptico-Distancia Mínima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	0,09	0,25	0,023
TOTAL (dB)				23,32
Presupuesto Óptico-Máxima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	2,54	0,25	0,64
TOTAL (dB)				23,94

Presupuesto óptico Distrito F, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

Tabla 3.38 Presupuesto óptico Distrito G

Presupuesto Óptico-Distancia Mínima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	0,39	0,25	0,098
<b>TOTAL (dB)</b>				<b>23,40</b>
Presupuesto Óptico-Máxima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	1,81	0,25	0,45
<b>TOTAL (dB)</b>				<b>23,75</b>

Presupuesto óptico Distrito G, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

Tabla 3.39 Presupuesto óptico Distrito H

Presupuesto Óptico-Distancia Mínima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	0,29	0,25	0,073
<b>TOTAL (dB)</b>				<b>23,37</b>
Presupuesto Óptico-Máxima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	1,21	0,25	0,30
<b>TOTAL (dB)</b>				<b>23,60</b>

Presupuesto óptico Distrito H, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

Tabla 3.40 Presupuesto óptico Distrito I

Presupuesto Óptico-Distancia Mínima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	0,27	0,25	0,068
<b>TOTAL (dB)</b>				<b>23,37</b>
Presupuesto Óptico-Máxima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	2,35	0,25	0,59
<b>TOTAL (dB)</b>				<b>23,92</b>

Presupuesto óptico Distrito I, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

Tabla 3.41 Presupuesto óptico Distrito J

Presupuesto Óptico-Distancia Mínima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	0,13	0,25	0,033
<b>TOTAL (dB)</b>				<b>23,33</b>
Presupuesto Óptico-Máxima				
Elemento		Cantidad	Atenuación (dB)	Total Att (dB)
Splitters	1:8	1	9	9
	1:16	1	12	12
Conectores SC - ITU671		4	0,50	2
Empalmes por fusión ITU751		3	0,10	0,3
Elemento		Distancia (km)	Atenuación(dB/Km)	Total Att (dB)
Fibra longitud de onda	1550nm	1,37	0,25	0,34
<b>TOTAL (dB)</b>				<b>23,64</b>

Presupuesto óptico Distrito J, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

Los valores conseguidos en los diferentes distritos se localizan en el rango de los 23 dB de pérdida, en el cual se considera sustancial sumar el valor de 3 dB de pérdida el cual representa el margen de seguridad como parámetro de diseño y de esta forma garantizar la conexión óptima de la red.



### 3.2.2 Cálculo de Atenuación

Para realizar los cálculos de atenuación, se usaron valores de 0.32km y de 4.18km que representan las distancias del abonado más cercano y más lejano hacia la central.

En la tabla 3.42 se definen los valores de atenuación calculados lo cual indica que está dentro de los parámetros para una red GPON de clase B+.

Tabla 3.42 Cálculos de atenuación

Abonado Cercano	Abonado Lejano
Para 1310nm= 0.32km *0.35dB/km =0.112dB	Para 1310nm= 4.18km *0.35dB/km =1.463dB
Para 1550nm= 0.32km *0.25dB/km =0.08dB	Para 1550nm= 4.18km *0.25dB/km =1.45dB
Para 1490nm = 0.32km *0.30dB/km =0.096dB	Para 1490nm = 4.18km *0.30dB/km =1.254dB

Cálculos de atenuación, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

### 3.3 Equipamiento Seleccionado

En la tabla 3.43 se especifican las características de los equipos principales seleccionados para la implementación de la red. Estos equipos fueron escogidos principalmente por su fácil despliegue de redes FTTH ya que ofrece un alto ancho de banda requeridos para streaming de video y servicios de banda ancha, además estos encajan dentro del presupuesto de la empresa.

Tabla 3.43 Características principales de los equipos seleccionados

EQUIPO	CARÁCTERÍSTICAS
OLT ZTE-C300	<b>Marca:</b> ZTE ZXA10 C300 <b>Capacidad Gigabit Ethernet:</b> 32 puertos <b>Relación de División Óptica:</b> 1:256 <b>Distancia:</b> 20 - 60km <b>Compatibilidad:</b> Todo tipo de ONU <b>Sensibilidad:</b> -27dBm <b>Potencia de Tx:</b> +5dBm <b>Velocidad de Transmisión:</b> Upstream 1,25 Gbps, Dowstream 2,25 Gbps. <b>Banda:</b> 1310nm, 1490 nm y 1550nm. <b>Servicios:</b> QoS, IPTV, VoIP, VPN.
MikroTik Rb 3011	<b>Núcleos del CPU</b> 2 <b>Frecuencia nominal del CPU</b> 1.4 GHz <b>Dimensiones</b> 443 x 92 x 44 mm <b>Sistema Operativo</b> RouterOS <b>Memoria RAM</b> 1 GB <b>Tamaño de memoria ROM</b> 128 MB <b>Tipo de almacenamiento</b> NAND <b>Aceleración de hardware</b> Si

Características principales de los equipos seleccionados, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

## CAPÍTULO 4

### IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE CONECTIVIDAD

#### 4.1 Generalidades

En el presente capítulo se expone la implementación y la configuración de los equipos, los resultados de las pruebas realizadas, para comprobar el funcionamiento de la red GPON. En dichas pruebas se ocupó un reflectómetro óptico (OTDR) para verificar el estado de la fibra instalada y la reflectancia que permite comprobar el rendimiento, desempeño y la estabilidad de la red.

#### 4.2 Implementación

##### 4.2.1 Tendido del cable de fibra óptica

En la primera fase de la implementación se realizó el tendedo de la fibra óptica en los diferentes distritos. En la figura 4.1 se muestra la realización del tendedo aéreo.

Figura 4.1 Tendido aéreo del cable de fibra óptica



Tendido aéreo del cable de fibra óptica, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

#### Herrajes

Para sostener el tendedo de fibra óptica en los postes, se utilizó el herraje tipo A, los cuales mantienen una tensión uniforme en el cable de fibra óptica para evitar movimientos bruscos y así evitar cualquier tipo de daño en el cable. En la figura 4.2 se logra observar el funcionamiento del herraje tipo A.

Figura 4.2 Herraje de retención de tipo A



Herraje de retención de tipo A, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

#### 4.2.2 Armado de las cajas NAP

Para el armado de las cajas tanto de dispersión como de distribución, se tomó en cuenta la georreferenciación de los diseños de cada uno de los distritos. La figura 4.3 muestra la colocación de las cajas NAP's.

Figura 4.3 Armado de cajas NAP



Armado de cajas NAP, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

### 4.2.3 Colocación de reservas en la central

De acuerdo a las buenas prácticas recomendadas por expertos, se dejaron reservas de fibra óptica de 40 metros en la central, para de esta forma dar rápida solución a posibles cortes de fibra óptica. En la figura 4.4 se observa la colocación de la reserva de fibra óptica en la central.

Figura 4.4 Reserva de fibra óptica

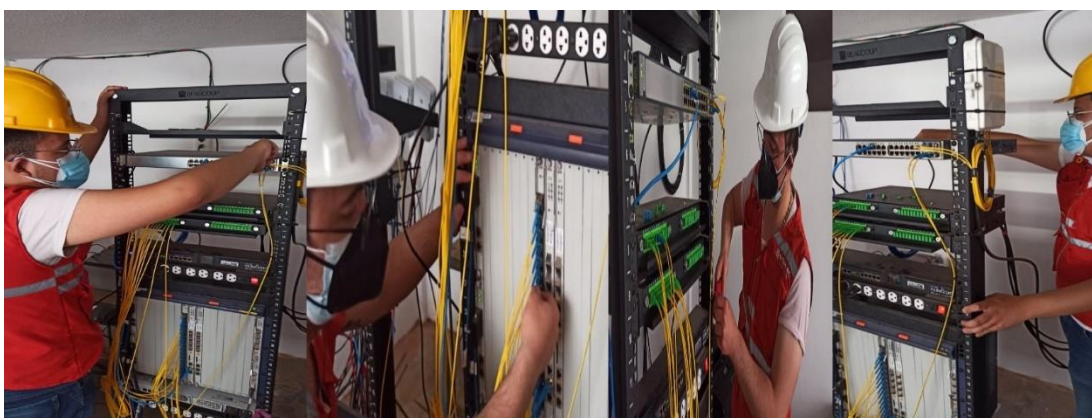


Reserva de fibra óptica, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

### 4.2.4 Armado del rack en el cuarto de telecomunicaciones.

Una vez realizadas las conexiones en la ciudad, se procedió a conectar la fibra óptica con el ODF en la central, los mismos que serán conectados a la OLT mediante pigtailed. Una vez realizadas las conexiones de fibra, se conecta mediante un cable ethernet desde la OLT hasta el Router donde se gestionará el tráfico. La figura 4.5 muestra el armado del rack.

Figura 4.5 Conexión de los equipos

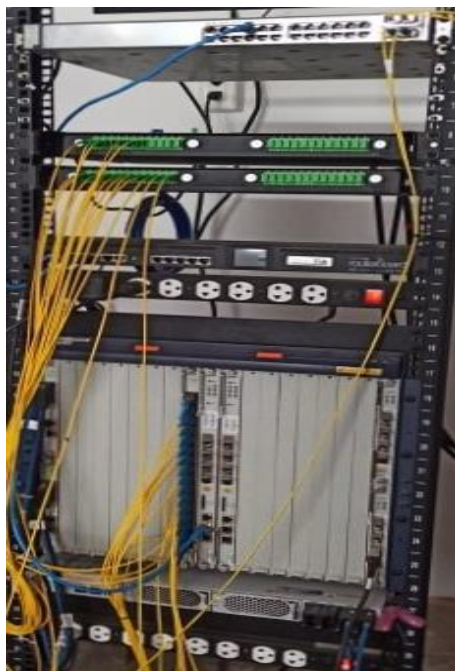


Conexión de los equipos, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.



En la figura 4.6, se muestra el rack principal que soporta los equipos activos usados en la implementación de la red GPON.

Figura 4.6 Rack con los equipos de la red FTTH



Rack con los equipos de la red FTTH, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

## 4.3 Configuración del equipamiento

### 4.3.1 Configuración del Router Administrador MikroTik Rb 3011

La configuración del router principal requirió el uso de 4 direcciones IP asignadas por NEDETEL, en la figura 4.7 se comparte una captura de pantalla de la interfaz del router en el puerto ether1. Estas direcciones son las direcciones IP's públicas para acceder a internet.

Figura 4.7 Dirección IP emitida por Nedetel

- D	200.24.134.98/29	200.24.134.96	ether1
- D	200.24.134.99/29	200.24.134.96	ether1
- D	200.24.134.100/29	200.24.134.96	ether1
- D	200.24.134.101/29	200.24.134.96	ether1

Dirección IP emitida por Nedetel, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

Luego de asignar la dirección ip por parte del proveedor se asigna una ip privada para los abonados como se muestra en la figura 4.8.

Figura 4.8 Dirección IP privada

		Address	Network	Interface
-	D	172.17.0.1/21	172.17.0.0	bridge1

Dirección IP privada, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

La dirección estática 0.0.0.0/0 se asigna al puerto Ether1 para que el equipo MikroTik tenga acceso a una conexión estable a internet, luego se realiza el enrutamiento usando PPOE, el mismo que permite al equipo la conexión con cada nombre de usuario en Wispro. En la figura 4.9 muestra la lista de rutas asignada a cada uno de los usuarios en MikroTik.

Figura 4.9 Lista de rutas en Mikrotik

-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.121	<pppoe-VP0201253648>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.225	<pppoe-JY0201856374>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.221	<pppoe-MY0201332673>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.224	<pppoe-MB0200508828>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.5	<pppoe-MC0200542199>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.223	<pppoe-ME0202133948>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.172	<pppoe-LQ0201146792>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.16	<pppoe-RM0250025244>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.222	<pppoe-BS0250192606>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.61	<pppoe-MG0200832608>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.55	<pppoe-BX0250008786>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.208	<pppoe-WM0202474763>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.216	<pppoe-SR0200827103>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.207	<pppoe-AB0201862802>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.140	<pppoe-LA0201681368>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.198	<pppoe-EA0201604766>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.211	<pppoe-DB0201290616>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.69	<pppoe-KI0202379126>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.155	<pppoe-FG0202140877>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.212	<pppoe-RB0201474608>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.71	<pppoe-DM0202075925>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.159	<pppoe-LQ1804815627>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.75	<pppoe-JP1718777111>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.20	<pppoe-JP0201502929>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.201	<pppoe-JA0200947117>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.217	<pppoe-FU0201380607>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.133	<pppoe-TG0201712247>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.85	<pppoe-DX0202136586>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.36	<pppoe-WG0201163714>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.184	<pppoe-AV0200936151>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.38	<pppoe-PS0201545514>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.195	<pppoe-NC1751030402>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.59	<pppoe-DG0202149951>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.139	<pppoe-MR0250089299>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.160	<pppoe-BM0202478483>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.96	<pppoe-NM2101020648>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.162	<pppoe-MR0201255783>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.200	<pppoe-GAUCHO1707819072>
-	D	172.17.0.1/32	172.17.0.123	<pppoe-JM0201242997>

Lista de rutas en Mikrotik, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

Para realizar la vinculación necesaria para Mikrotik y Wispro se conecta mediante el GUI (graphical user interface) de Wispro, para esto se necesita llenar varios campos como se muestra en la figura 4.10 los cuales son los siguientes:

- Nombre del equipo MikroTik
- IP de Host
- Puerto API del equipo MikroTik
- Usuario
- Contraseña

Figura 4.10 Requisitos de vinculación

BásicoAvanzadoInterfaces

Nombre

MIKROTIK-FIBERCOM

Zona

Seleccione una opción

Host

200.24.134.98

Puerto API

8729

Usuario

jahr

Contraseña

\*\*\*\*\*

API-SSL

ON

Requiere certificado en el mikrotik

Sólo permitir navegar a los contratos permitidos

ON

• ON: Solo permitirá navegar a los contratos permitidos (habilitados, alertados, degradados).

• OFF: Liberá completamente el trafico, aceptando cualquier tipo de trafico. Opción útil para MikroTiks que ya vienen en funcionamiento y que no se tienen cargado contratos en Wiagro.

Eliminar

Guardar MikroTik

Requisitos de vinculación, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

Una vez llenados los campos requeridos se guarda los valores de vinculación por cada abonado y se aplican automáticamente los cambios, al hacer este proceso se va a generar el certificado API-SSL. La figura 4.11 muestra las reglas creadas a partir de la vinculación de cada abonado.

Figura 4.11 Reglas de vinculación

#	Action	Chain	Src. Address	Dest. Address	Prot...	Src. Port	Dest. Port	Any. Port	In. Interf...	Out. Interf...	In. Instea... List	Out. Instea... List	Src. Address List	Dest. Address List	Bytes	Packets
17	add src to address list	wiagro_smp_protection			6 (tcp)		25.445.557								0 B	0
18	drop	wiagro_smp_protection			6 (tcp)		25.445.557						origen_xp		0 B	0
4	drop	wiagro_input			6 (tcp)		53				wiagro_wi				17.6 KiB	314
9	drop	wiagro_input			17 (udp)		53				wiagro_wi				62.0 KiB	976
6	drop	wiagro_input			6 (tcp)		123				wiagro_wi				524 B	13
7	drop	wiagro_input			17 (udp)		123				wiagro_wi				84.6 KiB	642
8	accept	wiagro_input			1 (icmp)										167.7 KiB	3.404
9	accept	wiagro_input			1 (icmp)										6.4 MiB	104.811
10	accept	wiagro_input			1 (icmp)										451.7 KiB	6.294
11	accept	wiagro_input			1 (icmp)										940.6 KiB	11.449
12	accept	wiagro_input			1 (icmp)										3384 B	14
13	drop	wiagro_input			1 (icmp)										209.6 KiB	3.724
14	accept	wiagro_input											wiagro_dc		66.1 KiB	1.381
15	accept	wiagro_input											wiagro_dc	0 B	0	0
25	accept	wiagro_forward											wiagro_dc	1279.6 MiB	1.081.993	
26	accept	wiagro_forward											wiagro_dc	90.6 MiB	706.398	
27	drop	wiagro_forward											child_pori	0 B	0	0
28	drop	wiagro_forward			6 (tcp)		443						https_bloj	0 B	0	0
29	drop	wiagro_forward			17 (udp)		443						https_bloj	0 B	0	0
30	accept	wiagro_forward											contracts	8010.4 KiB	42.963.043	
31	accept	wiagro_forward											contracts	142.8 KiB	680.446.38	
32	accept	wiagro_forward											contracts	119330.9 KiB	103.278.61	

Reglas de vinculación, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

Los clientes se almacenan en una address list que especifica al estado en el cual se



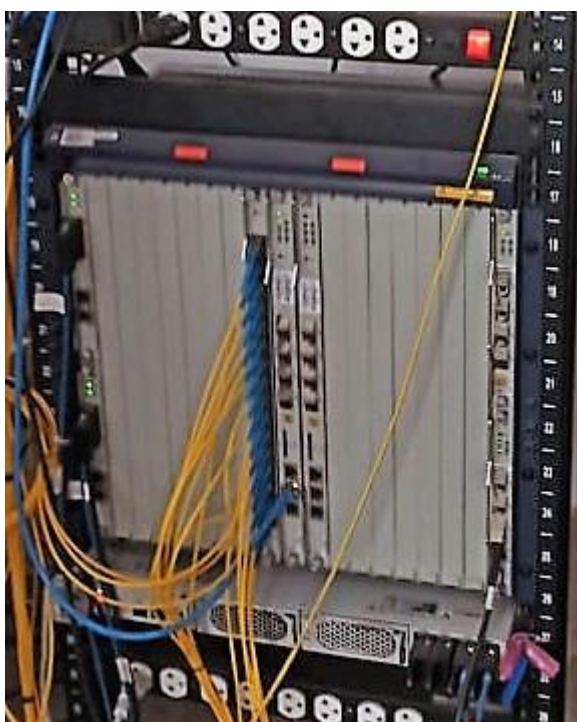
encuentran los comandos contract que se dividen en tres: \_enabled, \_alerted y \_disabled.

### 4.3.2 Configuración de la OLT

La OLT (Optical Line Terminal) es un elemento fundamental para la implementación de la red GPON. La OLT selecciona para realizar la implementación de la red es la ZTE-C300.

La figura 4.12 muestra la OLT funcionando ya conectada, para realizar la configuración respectiva.

Figura 4.12 Configuración de la OLT



Configuración de la OLT, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

A continuación como se observa en la figura 4.13 se realiza la configuración inicial de la OLT, comenzando con la activación de plug-and-play el mismo que funciona para la detección de los tableros que se encuentran instalados en la misma.

Figura 4.13 Configuración set-pnp

```
set-pnp enable
add-rack rackno 1 racktype IEC19
add-shelf rackno 1 shelfno 1 shelftype IEC_SHELF
add-card rackno 1 shelfno 1 slotno 6 GTGH
add-card rackno 1 shelfno 1 slotno 8 GTGH
add-card rackno 1 shelfno 1 slotno 9 GTGH
add-card rackno 1 shelfno 1 slotno 19 HUVQ
add-card rackno 1 shelfno 1 slotno 20 HUVQ
```

Configuración set-pnp, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

A continuación, se configura una nueva dirección IP de administración, junto con la configuración de enrutamiento de la puerta de enlace por defecto como se observa en la figura 4.14.

Figura 4.14 Configuración de la interfaz MNG1

```
interface mng1
ip address 172.17.0.2 255.255.248.0
config-filename startrun.dat
negotiation auto
tag-mode untag
```

Configuración de la interfaz MNG1, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

En la figura 4.15 se muestra la configuración de enrutamiento con el comando ip route.

Figura 4.15 Configuración del enrutamiento en la OLT

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.17.0.1
```

Configuración del enrutamiento en la OLT, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

En la figura 4.16 se utiliza el comando show card muestra los transceivers conectados a la OLT.

Figura 4.16 Estado de las tarjetas conectadas a la OLT

ZXAN#show card								
Rack	Shelf	Slot	CfgType	RealType	Port	HardVer	SoftVer	Status
1	1	0	PRWH	PRWH	0	V1.0.0		INSERVICE
1	1	1	PRWH	PRWH	0	V1.0.0		INSERVICE
1	1	6	GTGH		16			OFFLINE
1	1	8	GTGH	GTGHK	16	V1.0.0	V2.1.0	INSERVICE
1	1	9	GTGH	GTGHK	16	V1.0.0	V2.1.0	INSERVICE
1	1	10	SCXN	SCXN	4	V1.0.0	V2.1.0	INSERVICE
1	1	11	SCXN	SCXN	4	V1.0.0	V2.1.0	STANDBY
1	1	19	HUVQ	HUVQ	4	V1.0.0	V2.1.0	INSERVICE
1	1	20	HUVQ	HUVQ	4	V1.0.0	V2.1.0	INSERVICE

Comando show para las tarjetas dentro de la OLT Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

### 4.3.3 Configuración de la ONU

La configuración de la ONU se realiza en el hogar del usuario, a su vez dentro de la interfaz de la OLT se configura el criterio Wan Method y se selecciona la opción PPOE, de esta manera a cada usuario se le asignará el nombre del contrato.

Para colocar la cantidad máxima de bytes se debe establecer al parámetro MTU (Maximum Transmission Unit) con el valor de 1480, y también dentro de la sección de VLAN la cual está establecida por el MikroTik se especifica la misma VLAN dentro del OLT, así, de esta manera se puede abrir los puertos LAN.

En la figura 4.17 se muestra la configuración final de la ONU.

Figura 4.17 Configuración de la ONU

The screenshot displays the Huawei HG8546M web management interface. The top navigation bar includes the Huawei logo, the model name 'HG8546M', and a 'Logout' link. Below this is a menu with tabs: Status, WAN, LAN, IPv6, WLAN, Security, Route, Forward Rules, Network Application, Voice, System Tools, and Bundle. The 'Status' tab is selected, and the sub-menu 'WAN Information' is active. A sidebar on the left lists various system information sections: WAN Information, VoIP Information, WLAN Information, Home Network Information, Eth Port Information, DHCP Information, Optical Information, Device Information, Remote Management, User Device Information, Service Provisioning Status, and Cloud Platform Status. The main content area shows the 'WAN Information' configuration page. It includes a yellow informational box stating: 'On this page, you can query the connection and line status of the WAN port.' Below this is a table titled 'IPv4 Information (Click any table cell for details)' with columns: WAN Name, Status, IP Address, VLAN/Priority, and Connect. The table contains one entry: '1\_TR069\_VOIP\_INTERNET\_R\_VID\_100' with status 'Connected', IP '172.16.4.161', VLAN '100', and 'Always On'. Underneath the table is a 'WAN Information' section with various parameters and their values: MAC Address (28:9E:97:E8:2B:3B), VLAN (100), Policy (Use the specified value), Priority (5), NAT (Enable), IP Acquisition Mode (DHCP), IP Address/Subnet Mask (172.16.4.161/255.255.255.255), Gateway (172.16.0.1), DNS Servers (1.1.1.1, 8.8.8.8), Lease Time (86400 s), Remain Lease (62402 s), NTP Servers, Time Zone Info, SIP Servers, Static Route, Vendor Info, and Online Duration (dd:hh:mm:ss) (19:00:50:55).

WAN Name	Status	IP Address	VLAN/Priority	Connect
1_TR069_VOIP_INTERNET_R_VID_100	Connected	172.16.4.161	100	Always On

WAN Information	
MAC Address:	28:9E:97:E8:2B:3B
VLAN:	100
Policy:	Use the specified value
Priority:	5
NAT:	Enable
IP Acquisition Mode:	DHCP
IP Address/Subnet Mask:	172.16.4.161/255.255.255.255
Gateway:	172.16.0.1
DNS Servers:	1.1.1.1, 8.8.8.8
Lease Time:	86400 s
Remain Lease:	62402 s
NTP Servers:	
Time Zone Info:	
SIP Servers:	
Static Route:	
Vendor Info:	
Online Duration (dd:hh:mm:ss):	19:00:50:55

Configuración de la ONU, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

## 4.4 Escenarios de prueba

En esta sección se explican las múltiples pruebas realizadas para verificar el rendimiento y desempeño de la red GPON implementada por la empresa Signal-Internet. Para la unión y análisis de los valores obtenidos durante las pruebas realizadas se consideraron 221 abonados de la red de fibra óptica.

#### 4.4.1 Pruebas de conectividad y desempeño

Para la evaluación de las pruebas se usó el software de monitoreo PRTG con el cual se analizaron principalmente los parámetros de conectividad y desempeño de la red usando diferentes sensores tales como JITTER, PING Y HTTP. Los datos fueron recopilados durante un periodo de 2 semanas con el fin de tener una cantidad significativa de información que permita realizar un análisis adecuado del comportamiento de la red.

A continuación, en la Figura 4.18 se puede observar la prueba de conectividad usando el protocolo que generó en promedio (hacia la misma ONU), un valor menor a 1ms.

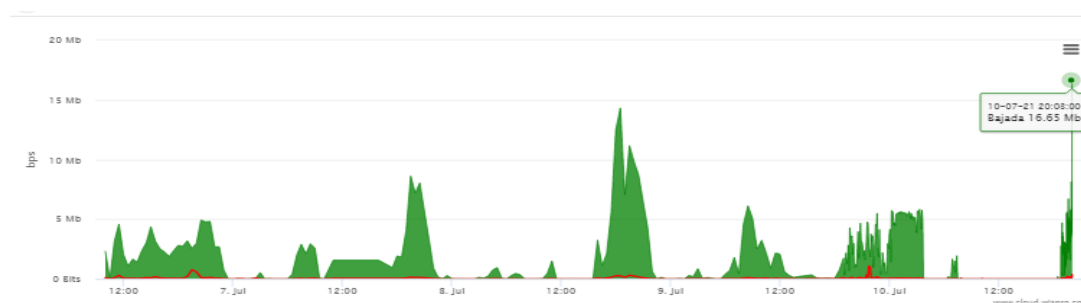
Figura 4.18 Ping promedio de la ONU de un abonado



Ping promedio de la ONU de un abonado, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

En la Figura 4.19, se presentan las horas y fechas picos de los consumos generados por el abonado en sus respectivos planes contratados.

Figura 4.19 Configuración de la ONU



Consumo promedio de la ONU de un abonado, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

En la Figura 4.20, se muestra como el consumo diario de los abonados varía dependiendo de la hora del día, teniendo así un incremento exponencial a partir de las 18:00 horas hasta las 22:00 horas, a partir de esta hora el consumo decrece de manera

Figura 4.20 Consumo total de los abonados

● MIKROTIK-FIBERCOM (221 Contratos)

Junio - 2021

Bajada 507.92 Mb

715 Mb

477 Mb

238 Mb

0 Bits

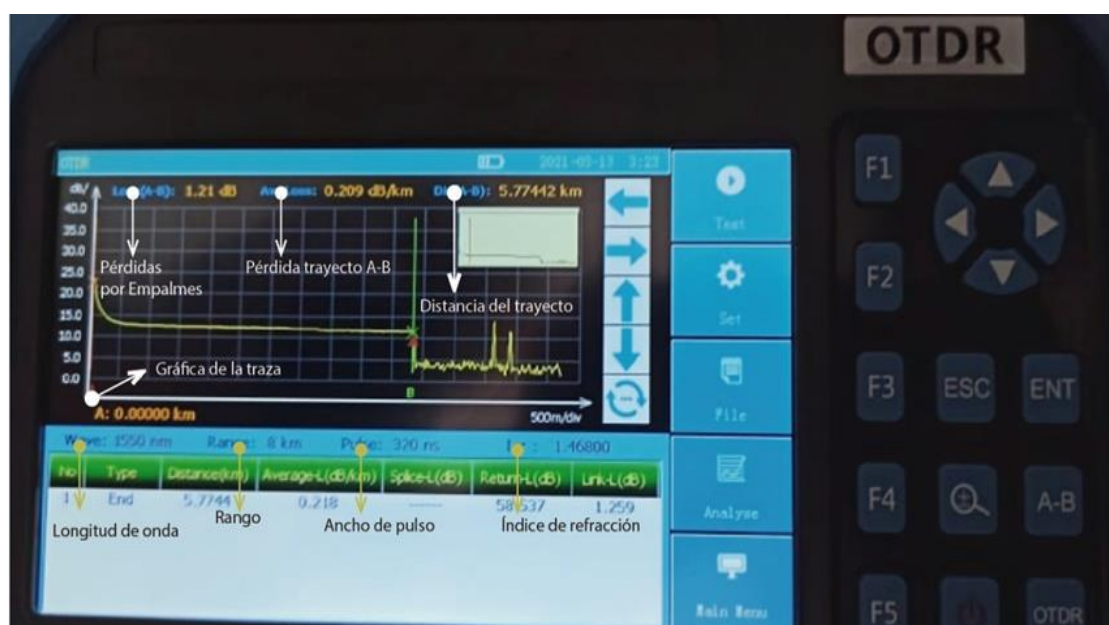
20:00 30. Jun 04:00 08:00 12:00 16:00

En la figura 4.21, se presentan las pruebas de JITTER con un total de 576 muestras que dan un promedio de 8,71 en un tiempo de ejecución de 12.663 mseg, con el 100% de cobertura y un tiempo de inactividad del 0%. Estos datos son positivos ya que al tener una cobertura total sin inactividad y funcionamiento correcto de la red.

#### 4.4.2 Pruebas de reflectancia

61

Figura 4.22 Prueba de reflectancia



Uso del OTDR para realizar pruebas de reflectancia, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez

En la tabla 4.1 muestra los resultados de las pruebas de reflectancia obtenidas con el OTDR en los 10 distritos, mostrando los valores respectivos para reflectancia, distancia y perdidas, esta última tanto en dB/km, como en pérdida total en dB.

En el anexo 4 se muestran las pruebas del OTDR en los 10 distritos.

Tabla 4.1 Resultados de las pruebas de reflectancia

Distrito	Event	Distance(m)	Reflectance(dB)	Slope(dB/Km)	Rel.Dist. (m)	Selection loss(dB)	Total loss (OTDR)(dB)
A	1	192,61	>-43,32	0,199	192,61	0,038	0,038
B	1	464,99	>-43,13	0,504	464,99	0,234	0,234
C	1	1812,99	>-44,20	0,196	1812,99	0,355	0,355
D	1	1050,98	>-72,83	0,262	1050,98	0,275	0,275
E	1	1616,94	>-43,72	0,181	1616,94	0,293	0,293
F	1	1738,19	>-43,57	0,202	1738,19	0,351	0,351
G	1	2431,28	>-47,43	0,557	2431,28	1,354	1,354
H	1	3303,93	>-42,65	0,173	3308,93	0,572	0,572
I	1	3541,74	>-67,24	0,177	3541,74	0,627	0,627
J	1	5744,16	>-67,56	0,218	5744,16	1,213	1,213

Resultados pruebas de reflectancia, Autores: Alejandro Santamaría, Cristian Sánchez.

## CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en las diferentes pruebas indican velocidades constantes de hasta 1.25 Gbps y 2.25 Gbps de descarga, lo cual demuestra que la red está trabajando correctamente, la red al presentar valores estándar de Upstream y Downstream óptimos para brindar servicios de streaming de video, voz y datos, tomando en cuenta el Jitter presentado en las pruebas se evidencia que no existe ningún problema ya que está operativo al 100% de cobertura y no existe ningún tiempo de inactividad.
- Para el diseño e implementación de la red GPON, se tomó en cuenta la ubicación tanto de las cajas de dispersión como de distribución en puntos estratégicos para que de esta forma se logre satisfacer la demanda de servicio de internet a un mayor número de usuarios los cuales se estiman lleguen a los 1000 usuarios.
- El presupuesto óptico máximo obtenido no supera los 24dB, lo cual demuestra que la red no presenta problemas de interrupción en su servicio y/o intermitencia debido a la cantidad de empalmes que se consideraron en el despliegue de la fibra debido a la norma G948.2 la cual nos indica que es una red GPON de clase B+.
- El diseño de las rutas aplicado en los 10 distritos se basó en diagramas combinados de espina de pescado y de gusano, lo cual permitió reducir costos de forma significativa en la implementación de la red y lograr una mayor cobertura en las diferentes áreas de la ciudad.

## **RECOMENDACIONES**

- Se sugiere integrar una tecnología de respaldo para asegurar la conectividad desde los distritos hacia la troncal en el caso de alguna caída del servicio en la fibra, especialmente donde se implementó el diagrama de gusano.
- Para optimizar el tráfico convergente sería importante establecer estrategias de QoS en la red, para que de esta manera se dé prioridad a diferentes aplicaciones que usan los clientes y de esta manera administrar diferentes anchos de banda de acuerdo al consumo.
- Se recomienda el uso de herramientas de monitoreo para detectar incidentes o ataques a la seguridad de la información y así tomar medidas para brindar protección a los equipos del proveedor y adicionalmente evitar problemas a los abonados.



## BIBLIOGRAFÍA

- Adeks. (Mayo de 2011). *adcs7.blogspot.com*. Obtenido de <http://adcs7.blogspot.com/2011/05/redes-opticas.html>
- Alvear, J. D. (2011). *dspace.ups.edu.ec*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1076/12/UPS-CT002134.pdf>
- Asis Rodriguez. (16 de Abril de 2014). *fibraoptica hoy*. Obtenido de <https://www.fibraoptica hoy.com/que-cable-de-fibra-optica-es-el-optimo-para-mi-instalacion/>
- Bernal, J. S. (2014). *repository.usta.edu.co*. Obtenido de <http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/302/capacity%20analisis%20y%20procesamiento%20de%20la%20plataforma%20PON.pdf?sequence=1>
- Castro Mandujano, R. C. (2019). *repositorio academico.upc.edu.pe*. Obtenido de [https://repositorio academico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625704/castr\\_o\\_mr.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio academico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625704/castr_o_mr.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ds3comunicaciones. (2019). *ds3comunicaciones*. Obtenido de <https://www.ds3comunicaciones.com/cisco/MGBSX1.html>
- dyrsistemas. (2021). *dyrsistemas*. Obtenido de dyrsistemas: <https://dyrsistemas.com.ar/glc-bandeja-odf-fo-24-c-adaptador-scaph-y-pigtail-scaph-x24-3066>
- EOI. (29 de Enero de 2013). *Escuela de organización industrial*. Obtenido de <https://www.eoi.es/blogs/mtelcon/2013/01/29/triple-play-convergencia-de-redes/>
- fiber-optics.info. (2018). *fiber-optics.info*. Obtenido de [http://www.fiber-optics.info/articles/types\\_of\\_optical\\_fiber](http://www.fiber-optics.info/articles/types_of_optical_fiber)
- Henao, J. S. (2018). *IEEE*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/81500752/Definicion- Caracteristicas-PON-APON-BPON-GEAPON-GPON-EPON>
- Herrera, P. A. (Marzo de 2017). *dspace.ups.edu.ec*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14049/1/UPS%20-%20ST003075.pdf>
- José Antonio Castillo. (15 de Febrero de 2019). *Profesional review*. Obtenido de <https://www.profesionalreview.com/2019/02/15/fibra-optica-que-es/>
- MikroTik. (2015). Obtenido de <https://mikrotik.com/product/CCR1036-8G-2Splus>
- MikroTik*. (2016). Obtenido de MikroTik: <https://mikrotik.com/product/RB3011UiAS-RM#fndtn-specifications>

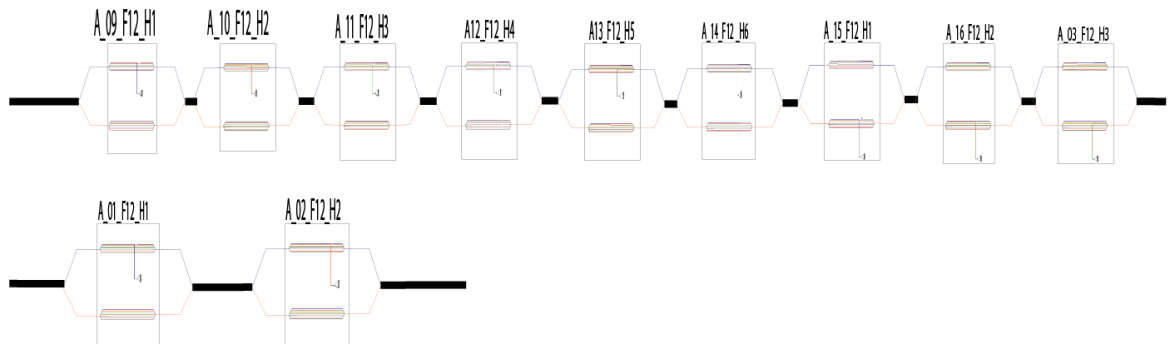
- mimosa. (19 de Marzo de 2018). *mimosa*. Obtenido de <https://mimosa.co/product/c5x>
- Páez, A. S. (Noviembre de 2013). *repositorio.uta.edu.ec*. Obtenido de [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5850/1/Tesis\\_t849ec.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5850/1/Tesis_t849ec.pdf)
- Pastor, E. T. (2013). *DIVISORES ÓPTICOS (SPLITTERS) EN FTTH*. Catalunya. *QPCOM*. (15 de Febrero de 2019). Obtenido de Quality Price: <http://www.qpcom.la/es/236-qp-g240r-switch-de-24-puertos-101001000-mbps-.html>
- Sánchez Pico, J. J. (Febrero de 2021). <https://www.ups.edu.ec>. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19785>
- Signal-Internet. (s.f.). *Signal-Internet*. Obtenido de Signal-Internet: <http://signal-internet-ec.com/cobertura/>
- SmartOLT. (s.f.). *ZTE OLT initialization*. Obtenido de <https://www.smartolt.com/zte-olt-initial-setup.html>
- Teletex. (2017). Obtenido de <http://www.teletex.com.ar/productos/conectividad-inalambrica/ubiquiti/ubiquiti-nanostation-m5-detail.html>
- Tp-Link. (2010). Obtenido de <https://www.tp-link.com/ar/home-networking/wifi-router/tl-wr841n/>
- Ubiquiti. (2018). Obtenido de <https://www.amazon.com/-/es/Ubiquiti-pbe-m5-2-Pack-POWERBEAM-M5-25dBi/dp/B00UZ03UWW>
- Wispro. (Abril de 2021). *Wispro*. Obtenido de <https://doc.cloud.wispro.co/docs/ques-wispro#:~:text=Wispro%20es%20un%20sistema%20de,y%20sin%20límites%20de%20crecimiento.>
- Yaguache, F. A. (Diciembre de 2015). *dspace.unl.edu.ec*. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/11412/1/Rodr%C3%ADguez%20Yaguache%2C%20Felipe%20Andr%C3%A9s.pdf>
- ZAPARDIEL, J. P. (Junio de 2014). *oa.upm.es*. Obtenido de [http://oa.upm.es/33869/1/PFC\\_jaime\\_prieto\\_zapardiel.pdf](http://oa.upm.es/33869/1/PFC_jaime_prieto_zapardiel.pdf)

## ANEXOS

### ANEXO 1

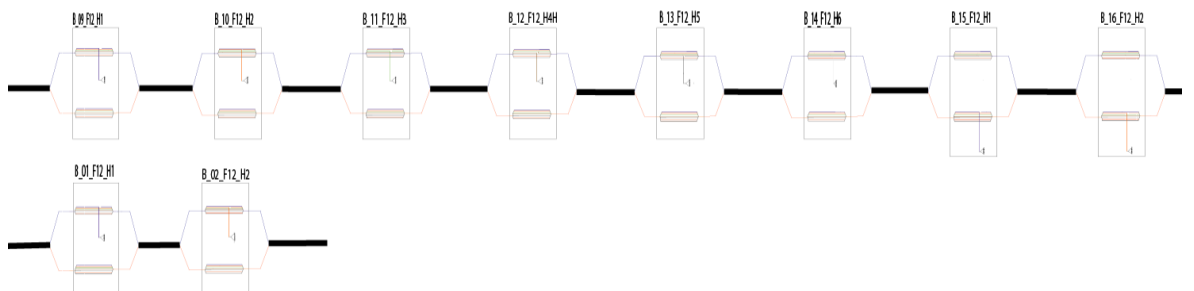
#### Diagrama Unifilar Distrito A

#### Cajas de dispersión Distrito A



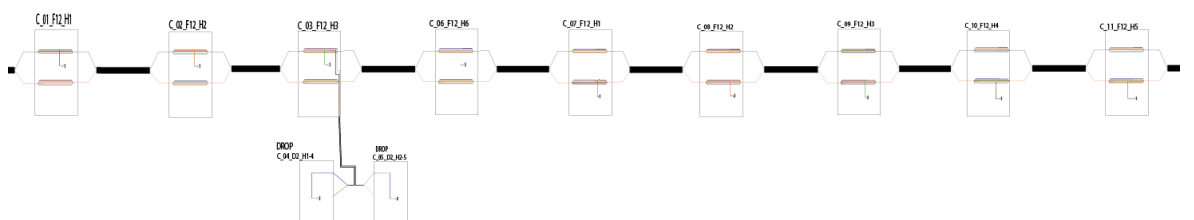
#### Diagrama Unifilar Distrito B

#### Cajas de dispersión Distrito B



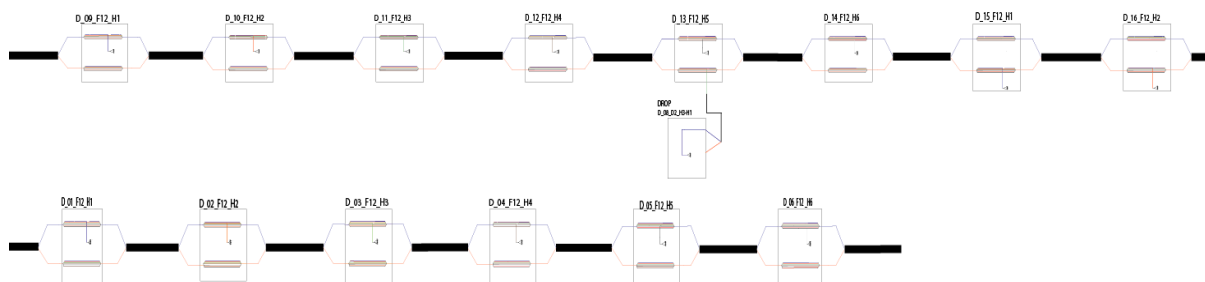
#### Diagrama Unifilar Distrito C

#### Cajas de dispersión Distrito C



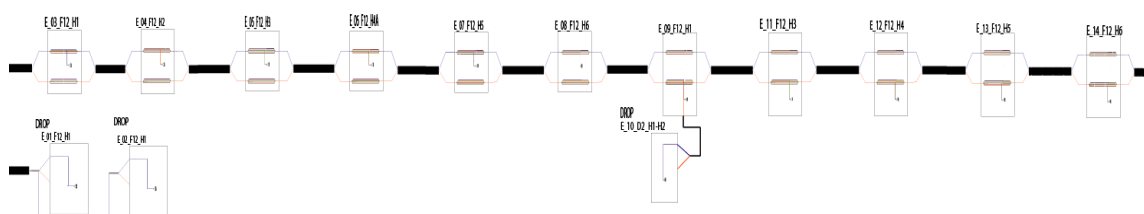
## Diagrama Unifilar Distrito D

### Cajas de dispersión Distrito D



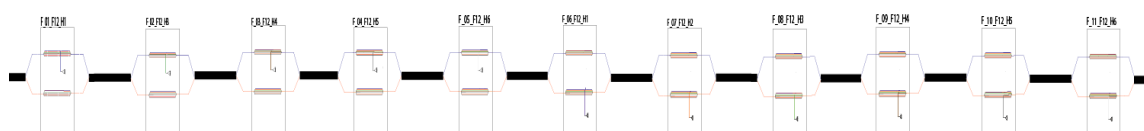
## Diagrama Unifilar Distrito E

### Cajas de dispersión Distrito E



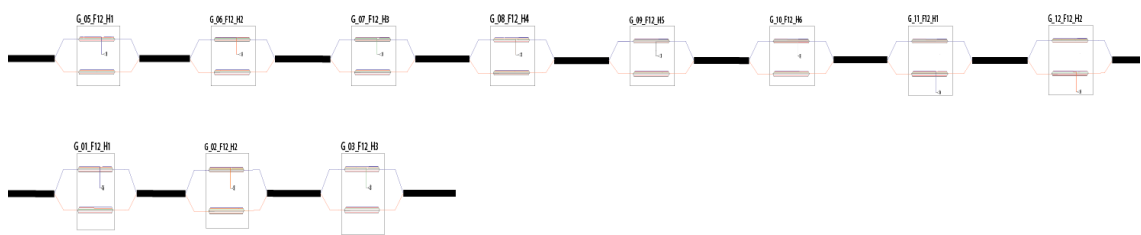
## Diagrama Unifilar Distrito F

### Cajas de dispersión Distrito F



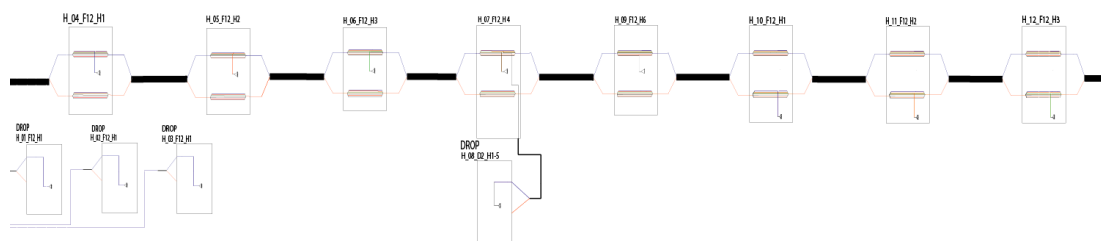
## Diagrama Unifilar Distrito G

## Cajas de dispersión Distrito G



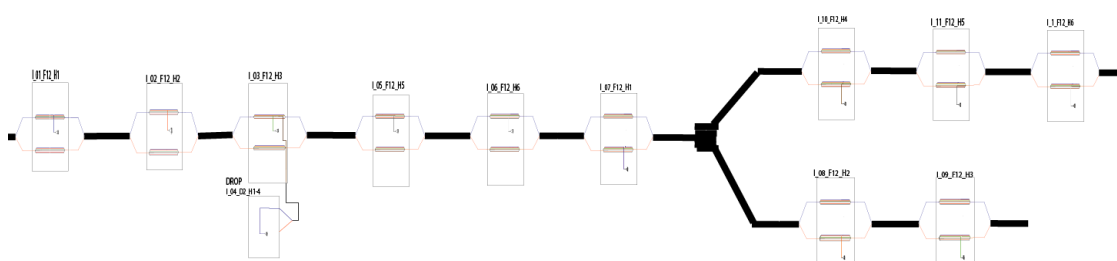
## Diagrama Unifilar Distrito H

### Cajas de dispersión Distrito H



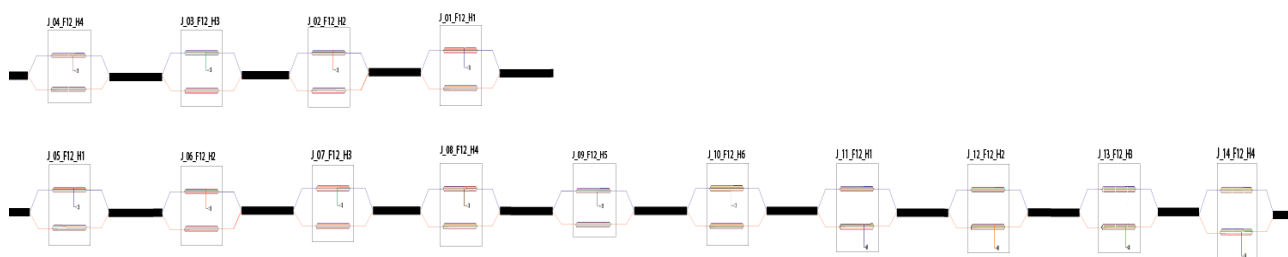
## Diagrama Unifilar Distrito I

### Cajas de dispersión Distrito I



## Diagrama Unifilar Distrito J

## Cajas de dispersión Distrito J



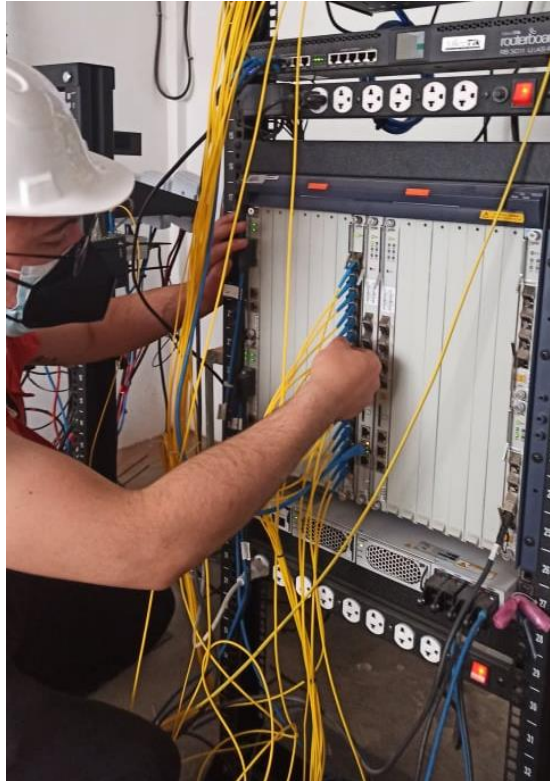
## ANEXO 2

### Implementación y configuración de la red para Signal-Internet en la ciudad de Guaranda

Armado de caja de distribución



Conexión de fibra con la OLT









Tendido de fibra óptica



### ANEXO 3

Continuando con el proceso de vinculación se debe seleccionar el boton Link, que se encuentra a la derecha del servidor entre el boton de editar y buscar.

1	MTK-SIGNAL GUANUJO	1033 / 1064	Mikrotik vinculado	Aplicar cambios	  
3	MIKROTIK-FIBERCOM	206 / 221	Mikrotik vinculado	Aplicar cambios	  

Una vez terminados los pasos anteriores seleccionamos el boton se aplicar cambios y con ello se enviaran las reglas creadas y mencionadas anteriormente.

Cada uno de los contratos de los abonados que han sido creados dentro de Wispro se sincronizan automaticamente con el MikroTik y a partir del mismo se administra el acceso a la red de internet. En la siguiente figura presenta una muestra de los contratos hechos en Wispro.

	▲ Name	Address	T.. Creation Time
Contract_id: 2308,client_id: 2135, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.219	Jun/24/2021 10:53:43
Contract_id: 2305,client_id: 2132, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.218	Jun/23/2021 16:23:28
Contract_id: 2304,client_id: 2131, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.216	Jun/22/2021 17:59:26
Contract_id: 2301,client_id: 1610, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.214	Jun/22/2021 09:38:51
Contract_id: 77,client_id: 83, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.213	Jun/21/2021 15:31:31
Contract_id: 2296,client_id: 2122, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.209	Jun/19/2021 09:17:19
Contract_id: 2295,client_id: 2121, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.208	Jun/17/2021 18:57:07
Contract_id: 2294,client_id: 2120, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.207	Jun/17/2021 14:25:34
Contract_id: 2291,client_id: 2117, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.206	Jun/16/2021 15:43:21
Contract_id: 2283,client_id: 2110, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.202	Jun/15/2021 09:39:34
Contract_id: 1959,client_id: 1789, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.72	Jun/12/2021 12:44:36
Contract_id: 2270,client_id: 2098, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.196	Jun/10/2021 09:42:20
Contract_id: 1997,client_id: 1829, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.88	May/31/2021 13:55:36
Contract_id: 2219,client_id: 2049, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.181	May/27/2021 14:03:40
Contract_id: 2194,client_id: 2026, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.174	May/21/2021 12:57:17
Contract_id: 2192,client_id: 2024, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.173	May/21/2021 10:47:16
Contract_id: 2188,client_id: 2020, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.171	May/20/2021 11:10:39
Contract_id: 1091,client_id: 936, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.167	May/18/2021 18:11:00
Contract_id: 402,client_id: 412, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.159	May/13/2021 12:55:37
Contract_id: 2151,client_id: 1981, controlled_by_wispro			
<div><div><div></div><div>D</div></div></div>	<div><div></div><div>FIBER HOME 20 MEGAS</div></div>	172.17.0.157	May/12/2021 12:36:23
Contract_id: 2148,client_id: 1978, controlled_by_wispro			



De igual manera se pueden observar los contratos generados en el sistema de Wispro.

#	Name	IP	
2177	 <b>BRYAN STALIN ROMAN CALVACHE</b> ⓘ <small>📍 VIA ASERRITOS SANTA ROSA - CHILLANES - BOLIVAR (MATAPALO BAJO VIA CERRITOS)</small> <small>🕒 17/05/2021 14:03:01 🕒 03/06/2021 14:49:25</small>	172.16.4.161 	<a href="#">Habilitado</a> <a href="#">PPPoE</a>
2176	 <b>DIMAS ANIBAL VILLARES VEGA</b> ⓘ <small>📍 RECINTO FILO PANGALA - ECHEANDIA - BOLIVAR (ANTES DE LA ESCUELA)</small> <small>🕒 17/05/2021 12:54:16 🕒 17/05/2021 13:15:57</small>	192.168.41.48 	<a href="#">Habilitado</a> <a href="#">Estática</a>
2175	 <b>DANIEL IGNACIO MOROCHO CHICAIZA</b> ⓘ <small>📍 VIA CERRITOS BAJO - CHILLANES - BOLIVAR (MATAPALO BAJO VIA CERRITOS)</small> <small>🕒 17/05/2021 12:46:51 🕒 03/06/2021 14:27:32</small>	172.16.4.160 	<a href="#">Habilitado</a> <a href="#">PPPoE</a>
2174	 <b>LUIS SAUL ERAZO PAREDES</b> ⓘ <small>📍 LIMON BAJO - GUANUJO-GUARANDA - BOLIVAR (VIA GUARANDA PASANDO LA LA CURVA DEL KEY)</small> <small>🕒 17/05/2021 10:34:14 🕒 17/06/2021 08:49:36</small>	192.168.41.47 	<a href="#">Habilitado</a> <a href="#">Estática</a>
2173	 <b>PATRICIO FILIMON GAIBOR FUSAI</b> ⓘ <small>📍 VIA A MATA PALO - MATAPALO - BOLIVAR (VIA PRINCIPAL REFUGIADOS)</small> <small>🕒 14/05/2021 17:29:29 🕒 10/06/2021 20:28:37</small>	172.16.4.159 	<a href="#">Habilitado</a> <a href="#">PPPoE</a>
2172	 <b>ZOILA ROSA POAQUIZA TIBANLOMBO</b> ⓘ <small>📍 RECINTO RAYOPAMBA - SIMIATUG GUARANDA - BOLIVAR (A LADO DE LA ESCUELA)</small> <small>🕒 14/05/2021 16:18:56 🕒 22/06/2021 12:16:37</small>	20.20.20.114 	<a href="#">Habilitado</a> <a href="#">Estática</a>
2171	 <b>JEFFERSON ISRAEL YEPEZ LOPEZ</b> ⓘ <small>📍 VIA GUARANDA BABAHYOYO - SAN MIGUEL - BOLIVAR (SAN JOSE DE LAS PALMAS KM 33)</small> <small>🕒 14/05/2021 15:27:56 🕒 03/06/2021 14:57:28</small>	172.16.4.158 	<a href="#">Habilitado</a> <a href="#">PPPoE</a>
2170	 <b>EDGAR ROLANDO CAYACHI GALARZA</b> ⓘ <small>📍 VIA A MATA PALO S/N - CHILLANES - BOLIVAR (CERRITOS)</small> <small>🕒 14/05/2021 14:12:59 🕒 09/06/2021 11:23:33</small>	172.16.4.157 	<a href="#">Habilitado</a> <a href="#">PPPoE</a>

## Configuración de los planes a ofertar

Básico

BMU

Mikrotik

\* Nombre

PYMES 8 MEGAS PLUS

\* Máx. subida

8

.. Unidad de subida

mbps

\* Máx. bajada

8

.. Unidad de bajada

mbps

\* Porcentaje de degradado

50

Porcentaje de ancho de banda del total del plan para un contrato que tiene estado Degradado

Facturación

Precio

50,0

☒ Propagar cambio de precio a los contratos asociados  
 Si tienes contratos con precios personalizados, estos precios serán reemplazados marcando esta opción. Los cambios serán efectivos en el próximo periodo de facturación.

Frecuencia

Mensual

☒ Propagar cambio de frecuencia a los contratos asociados  
 Si tienes contratos con frecuencias personalizadas, estas frecuencias serán reemplazadas marcando esta opción. Los cambios serán efectivos en el próximo periodo de facturación.

Impuesto

Precio de instalación

0,0

Precio de instalación del servicio, solo se podrá utilizar al momento de generar manualmente la primer factura

Impuesto de instalación

Impuesto de instalación del servicio, solo se podrá utilizar al momento de generar manualmente la primer factura

## Configuración de la compartición

Básico

BMU

Mikrotik

CIR

1:2

\* Estrategia de ancho de banda garantizado

Automático

Límite para cargas grandes [kbytes]

0

Tamaño a partir del cual una carga HTTP/HTTPS pasa a ser clasificada como tráfico P2P

Límite para descargas grandes [kbytes]

0

Tamaño a partir del cual una descarga HTTP/HTTPS pasa a ser clasificada como tráfico P2P

?

Actualizar Plan

Cerrar

## Configuración de los clientes con los respectivos planes contratados

Básico

Dirección

Facturación

Items Recurrentes

Avanzado

Artículo

\* Cliente

BRAYAN STALIN SANTILLAN MALIZA

\* Plan

FIBER PLUS 25 MEGAS

Estado

Habilitado

\* Servidor

MIKROTIK-FIBERCOM (Mikrotik)

Interfaz Mikrotik

Interfaz donde está conectado físicamente el contrato.  
Esta opción es solo necesaria para Mikrotik, requerida para ARP y buscador de mac address.

\* Dirección IP

172.17.0.222

El autocompletador de ips libres se activará luego de los 6 caracteres

\* Máscara de red

255.255.255.255

Puerto CPE

80

Protocolo CPE

http

Dirección MAC

Para habilitar control por MAC la red debe ser puenteada

Fecha de alta

30

junio

2021

Observaciones

?

Actualizar Contrato

## ANEXO 4

Para el anexo 4 se muestran las pruebas realizadas por el OTDR en cada uno de los distritos.

### Distrito A

30/6/2021 10:41:00 Fiber Trace Viewer v6.90 © JDSU								
File :	h1-1550.sor	Device :	Num. 0					
Date :	27/6/2021 6:14:14	Module :						
Event (1)	Distance (m)	Loss (dB)	Reflectance (dB)	Slope (dB/km)	Rel. Dist. (m)	Section loss (dB)	Total loss (OTDR) (dB)	Uncertainty
1	192,61		>-43,32	0,199	192,61	0,038	0,038	

### Distrito B

30/6/2021 10:44:14 Fiber Trace Viewer v6.90 © JDSU								
File :	h2-1550.sor	Device :	Num. 0					
Date :	27/6/2021 6:15:52	Module :						
Event (1)	Distance (m)	Loss (dB)	Reflectance (dB)	Slope (dB/km)	Rel. Dist. (m)	Section loss (dB)	Total loss (OTDR) (dB)	Uncertainty
1	464,99		>-43,13	0,504	464,99	0,234	0,234	

### Distrito C

30/6/2021 10:48:06 Fiber Trace Viewer v6.90 © JDSU								
File :	h3-1550.sor	Device :	Num. 0					
Date :	27/6/2021 6:43:33	Module :						
Event (1)	Distance (m)	Loss (dB)	Reflectance (dB)	Slope (dB/km)	Rel. Dist. (m)	Section loss (dB)	Total loss (OTDR) (dB)	Uncertainty
1	1812,99	0,156		0,196	1812,99	0,355	0,355	

### Distrito D

30/6/2021 10:50:01 Fiber Trace Viewer v6.90 © JDSU								
File :	h4-1550.sor	Device :	Num. 0					
Date :	27/6/2021 6:18:53	Module :						
Event (1)	Distance (m)	Loss (dB)	Reflectance (dB)	Slope (dB/km)	Rel. Dist. (m)	Section loss (dB)	Total loss (OTDR) (dB)	Uncertainty
1	1050,98		>-72,83	0,262	1050,98	0,275	0,275	

### Distrito E

30/6/2021 10:48:38 Fiber Trace Viewer v6.90 © JDSU								
File :	h5-1550.sor	Device :	Num. 0					
Date :	27/6/2021 6:20:40	Module :						
Event (1)	Distance (m)	Loss (dB)	Reflectance (dB)	Slope (dB/km)	Rel. Dist. (m)	Section loss (dB)	Total loss (OTDR) (dB)	Uncertainty
1	1616,94	8,790	>-43,72	0,181	1616,94	0,293	0,293	

## Distrito F

1		30/6/2021 10:49:00				Fiber Trace Viewer v6.90 © JDSU		
File :		h6-1550.sor		Device :		Num. 0		
Date :		27/6/2021 6:21:31		Module :				
Event (1)	Distance (m)	Loss (dB)	Reflectance (dB)	Slope (dB/km)	Rel. Dist. (m)	Section loss (dB)	Total loss (OTDR) (dB)	Uncertainty
1	1738,19		>-43,57	0,202	1738,19	0,351	0,351	

## Distrito G

1		30/6/2021 10:51:23				Fiber Trace Viewer v6.90 © JDSU		
File :		h7-1550.sor		Device :		Num. 0		
Date :		27/6/2021 6:23:04		Module :				
Event (1)	Distance (m)	Loss (dB)	Reflectance (dB)	Slope (dB/km)	Rel. Dist. (m)	Section loss (dB)	Total loss (OTDR) (dB)	Uncertainty
1	2431,28	0,101	>-47,43	0,557	2431,28	1,354	1,354	

## Distrito H

1		30/6/2021 10:52:46				Fiber Trace Viewer v6.90 © JDSU		
File :		h8-1550.sor		Device :		Num. 0		
Date :		27/6/2021 6:24:45		Module :				
Event (1)	Distance (m)	Loss (dB)	Reflectance (dB)	Slope (dB/km)	Rel. Dist. (m)	Section loss (dB)	Total loss (OTDR) (dB)	Uncertainty
1	3308,93	12,519	>-42,65	0,173	3308,93	0,572	0,572	

## Distrito I

1		30/6/2021 10:52:02				Fiber Trace Viewer v6.90 © JDSU		
File :		h9-1550.sor		Device :		Num. 0		
Date :		27/6/2021 6:25:48		Module :				
Event (1)	Distance (m)	Loss (dB)	Reflectance (dB)	Slope (dB/km)	Rel. Dist. (m)	Section loss (dB)	Total loss (OTDR) (dB)	Uncertainty
1	3541,74		>-67,24	0,177	3541,74	0,627	0,627	

## Distrito J

1		30/6/2021 10:52:22				Fiber Trace Viewer v6.90 © JDSU		
File :		h10-1550.sor		Device :		Num. 0		
Date :		27/6/2021 6:26:54		Module :				
Event (1)	Distance (m)	Loss (dB)	Reflectance (dB)	Slope (dB/km)	Rel. Dist. (m)	Section loss (dB)	Total loss (OTDR) (dB)	Uncertainty
1	5744,16		>-67,56	0,218	4038,51	1,213	1,213	